

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2001-509399

(P2001-509399A)

(43) 公表日 平成13年7月24日 (2001.7.24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
A 6 1 M	5/158	A 6 1 M	4 C 0 6 6
	5/32	5/32	
		5/14	3 6 9 Z
			3 6 9 B

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 96 頁)

(21) 出願番号 特願2000-500139(P2000-500139)  
(86) (22) 出願日 平成10年6月29日 (1998.6.29)  
(85) 翻訳文提出日 平成12年1月4日 (2000.1.4)  
(86) 国際出願番号 PCT/US 98/13560  
(87) 国際公開番号 WO 99/00155  
(87) 国際公開日 平成11年1月7日 (1999.1.7)  
(31) 優先権主張番号 08/884, 867  
(32) 優先日 平成9年6月30日 (1997.6.30)  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 ザ リージェンツ オブ ザ ユニバーシ  
ティ オブ カリフォルニア  
アメリカ合衆国 94607-5200 カリフォ  
ルニア州 オークランド フランクリン  
ストリート 1111 フィフス フロア  
(72) 発明者 レブーイッツ カイル エス  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
94706 アルバニー ピアース ストリー  
ト 555-#1031  
(74) 代理人 弁理士 中村 総 (外9名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 等方エッチングされた先端を有する経皮プローブ及びその製造方法

(57) 【要約】

プローブ (20) は、上面 (26)、底面 (34)、上記上面 (26) と上記底面 (34) との間の第1側壁 (36)、及び 上記上面 (26) と上記底面 (34) との間の第2側壁 (38) を有する伸延部 (22) を備えている。端部は (40) は、尖鋭端 (34) まで伸びる底面、尖鋭端 (34) まで伸びる第1側壁 (36) の等方エッチング部、及び 尖鋭端 (34) まで伸びる第2側壁 (38) の等方エッチング部、によって規定される。伸延部は、幅が約700  $\mu$ m未満、厚さが200  $\mu$ m未満である。伸延部は、流体チャネルを備えている。また、伸延部は、ボロンドープをしていないシリコンで形成することができる。

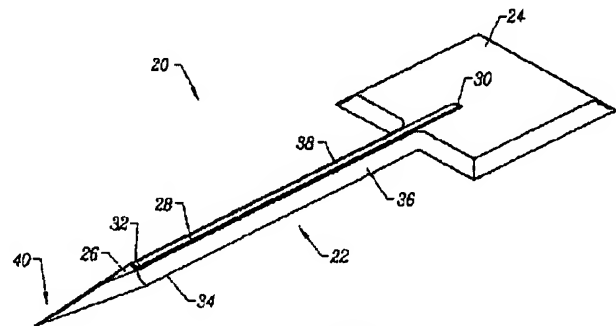


FIG. 1

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 上面と、底面と、上面と底面との間の第1側壁、上面と底面との間の第2側壁とからなる拡大部と；

チップ内に集中された底面と、チップ内に集中された前記第1側壁の等方的なエッチ部と、チップ内に集中された前記第2側壁の等方的なエッチ部とで定められる端部とを備えたプローブ。

【請求項2】 前記拡大部は、約700 $\mu$ m以下の幅である請求項1に記載の装置。

【請求項3】 前記拡大部は、約200 $\mu$ m以下の厚さである請求項1に記載の装置。

【請求項4】 前記拡大部は、シリコンで形成されている請求項1に記載の装置。

【請求項5】 前記拡大部は、単結晶シリコンで形成されている請求項4に記載の装置。

【請求項6】 前記拡大部は、多結晶シリコンチャネルキャップを含んでいる請求項1に記載の装置。

【請求項7】 前記拡大部は、ボロンでドーピングされていないシリコンで形成されている請求項4に記載の装置。

【請求項8】 前記拡大部は、集積回路を含んでいる請求項1に記載の装置。

【請求項9】 前記拡大部は、マイクロマシン構造を含んでいる請求項1に記載の装置。

【請求項10】 前記拡大部は、その中に形成された流体通路を有している請求項1に記載の装置。

【請求項11】 プローブを製造する方法であって；  
上面と、底面と、該上面と底面との間の一組の側壁を有する拡大部を備え；  
前記底面がチップ内に集中し、前記一組の側壁が該チップ中に集中するように、  
前記拡大部を等方的にエッチングするステップを含んでいる方法。

【請求項12】 前記備えられたステップは更に、ボロンでドーピングされてい

ないシリコンで形成された拡大部を備えるステップを含む請求項11に記載の方法。

【請求項13】 前記備えられたステップは更に、インシュレータウエハ上のシリコンで形成された拡大部を備えるステップを含む請求項11に記載の方法。

【請求項14】 前記備えられたステップは更に、約200 $\mu$ m以下の厚さで約700 $\mu$ m以下の幅の拡大部を備えるステップを含む請求項11に記載の方法。

【請求項15】 前記備えられたステップは更に、エッチングステップでのエッチ速度を制御し、該上面近傍にフック構造が形成されることを防止する、前記上面に磷酸化シリケートガラスを備える請求項11に記載の方法。

【請求項16】 前記エッチングステップはエチレンジアミン・ピロカテコール無しのエッチングステップを含んでいる請求項11に記載の方法。

【請求項17】 前記エッチングステップは、約1100℃以下の温度でのみ端部を処理するステップを含んでいる請求項11に記載の方法。

【請求項18】 前記備えられたステップは更に、異方性の腐食液によりエッチングをおこなうステップを含む請求項11に記載の方法。

【請求項19】 更に、前記拡大部中に流体通路を形成するステップを含んでいる請求項11に記載の方法。

【請求項20】 更に、前記拡大部に集積回路を構成するステップを含んでいる請求項11に記載の方法。

【請求項21】 更に、前記拡大部にマイクロマシンを構成する集積回路を構成するステップを含んでいる請求項11に記載の方法。

【請求項22】 表面磨耗装置を製造する方法であって：

平面の半導体基板を備え；

前記半導体基板上に等方的にエッチングされた構造のマトリックスを形成するために前記平面を等方的にエッチングするステップを含んでいる方法。

【請求項23】 前記エッチングステップは、前記半導体基板上に等方的にエッチングされた先端チップのマトリックスを形成するステップを含んでいる請

求項22に記載の方法。

【請求項24】 前記エッチングステップは、前記半導体基板上に等方的にエッチングされた平坦チップのマトリックスを形成するステップを含んでいる請求項22に記載の方法。

【請求項25】 前記エッチングステップは、前記半導体基板上に等方的にエッチングされた角錐のマトリックスを形成するステップを含んでいる請求項22に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、皮下注射針、ランセット、ブレードのような、ミクロン尺度の経皮プローブに係る。特に、本発明は、単結晶基体の等方エッチングにより形成されたミクロン尺度の経皮プローブに関する。

**【0002】****【従来の技術】**

生物医学産業は、ステンレス鋼製皮下注射針を小径で、より鋭い先端を持ち、そして、それらに付加機能を加えることのできる針に置きかえることを探求している。より小径で、より鋭い先端とする利点は、痛みと細胞組織へのダメージを最小限にする所にある。皮下注射針のために望まれる付加機能には、化学的濃度のモニタリング、細胞刺激、及び、統合化したバルブやポンプを介した流量制御のための総合エレクトロニクスを実現する能力を含んでいる。集積回路技術及び単結晶シリコンウエハは、皮下注射針の製造に使用されてきた。「ミクロン皮下」注射針、つまり「ミクロン針」は、Lin他による「シリコン加工したミクロン針」(Digest of Transducer' 97, International Conference on Solid-State Sensor and Actuators, 第237~240頁、1993年6月)で説明されている。その他のミクロン針について、Chen及びWiseによる「A Multichannel Neural Probe for Selective Chemical Delivery at the Cellular Level」(Technical Digest of the Solid-State Sensor and Actuator Workshop, Hilton Head Island, S, C, 第256~259頁、1994年6月13~16日)に説明されている。これらの文献において説明された針は、いずれもマルチ電極プローブ用のプロセスフローに基づいているため、共通の要素を有している。特に、両プロセスは、針の形状を定めるに高いレベルでボロンドープした部分と、異方性腐蝕液としてエチレンジアミン・ピロカテコール

の使用を基にしている。

L i n 他は、マイクロ機械加工された表面を有し、単結晶シリコンの厚さ約  $50\ \mu\text{m}$  の強化リブを残すウエハを薄肉化するため時限エッチを使用した流体通路について説明している。対照的に、C h e n 及び W i s e は、多くのマイクロ機械加工、異方エッチを使用したマイクロ針にチャネル、高いレベルでドーピングされ針の軸部を構成する全ての単結晶、針の形状を作るための、よりクリティカルでない異方性エッチのタイミングについて説明している。

### 【0003】

これらの従来手段に関係する多くの不具合がある。L i n 他における単結晶シリコン強化リブは、生来、ラフなもので時限エッチに関する厳密な公差管理が求められるため再現は困難である。C h e n 及び W i s e のマイクロ針は、厚さ  $10\ \mu\text{m}$  以下の壁もたらし、また、流体チャネルの形状は、針の構造部を構成するシリコンの形状を決定する。従って、小さなチャネルは、薄い針に通じ、大きなチャネルは、大きな針に通じることになる。このことは、針が小さなチャネルを持つが、大きな断面が必要とされる場合に問題がある。よく大きな断面積が必要とされるより強度のあるマイクロ針を得るために、 $50\ \mu\text{m}$  以上の厚みとするが、流量率は針の断面積に依存しているため、大きな針は、必要な粘性を提供できない。大きな断面積を持ちながら、必要な粘性を達成するため、複雑なネスト化したチャネル形状を作らなくてはならない。上記 L i n 他、及び C h e n、W i s e のマイクロ針は、針の形状を定めるためにポロンドーピングの使用を前提にしているという共通した欠点を持っている。ここでは、長時間の (C h e n・W i s e の場合は約8時間、L i n の場合は約16時間)、しかも、高温 (約  $1150^\circ\text{C}$ ) の工程を必要とし、これはコスト高なものである。加えて、選択された異方腐蝕液であるエチレンジアミン・ピロカテコールは、発癌物質であり、製造を危険なものとし、結果して、よりコスト高なものとしてしまう。更に、いずれのマイクロ針も、マイクロ針の形状を作るために異方エッチングを使用しているため、針の寸法に制約がかかる。「出来るだけ鋭く」あるべきである針は、先端部に関し、極限まで小さな点から始まり、連続的にテーパ状に、しかも、階段状の移行なく広がり、針の軸幅となることが望まれる。このような寸法は、L i

nら及びChen、Wiseの説明した技術を使用したのでは実現できない。特に、これらの技術を使用して作った針には、異方腐蝕液の使用が大きな要因である急な階段状の移行部が存在する。

#### 【0004】

チャンネルを備えていないマイクロ針を、ここではランセット (lancet, ) と呼ぶ。ランセットは、表皮の切開に使用し、血液滴をサンプルすることが可能である。また、ランセットは、ある構成配置とすることにより、ブレードや外科用メスとして使用することもできる。この様な器具は、外科の分野において、皮膚や眼の切断に使用できる。このように、ここにおいて使用される場合、経皮プローブとは、マイクロ針、ランセット又はブレード (外科用メス) のことをいう。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従来手段に関係する不具合を克服するために、改良された経皮プローブを、また、この様なプローブを製造するプロセスを提供することが高く望まれている。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

経皮プローブは、上面、底面、該上面と該底面との間の第1側壁、該上面と該底面との間の第2側壁を有する伸延部を備える。

#### 【0007】

末端は、先端部まで伸びる該底面、該先端部まで伸びる該第1側壁の等方エッチング部、及び該先端部まで伸びる該第2側壁の等方エッチング部で規定される。該伸延部は、幅が約700 $\mu$ m未満で、厚さが約200 $\mu$ m未満である。該伸延部は流体チャンネルを備えることができる。該伸延部は、ボロンでドーブされないシリコンで形成することができる。

#### 【0008】

また、上記構成において、ヒータ又はポンプのような集積回路又はマイクロマシン化された機器を、装置に設けることができる。該装置は、等方エッチングのみを基にして形成することができる。その代わりに、等方及び異方エッチングを

組合せて使用することができる。従来のマイクロマシン化装置と異なり、該開示装置はエチ発癌性のエチレンジアミン・ピロカテコールを使用することなく、1100℃以下という比較的低い温度で加工することができる。ブレードを形成する場合には、その幅は、約3mm、厚みは、400 $\mu$ mとすることができる。

本発明の特質及び目的の理解を深めるため、説明を、添付図面とともに以下の詳細な説明を使用して行う。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施形態による等方エッチングした経皮プローブ20の斜視図を示す。プローブ20は、単結晶材料、好ましくはシリコンによって形成された伸延部22を有し、この伸延部は、軸部端24で終焉する。伸延部22は、好ましく水平な上面26を有する。図1の実施形態において、上面26は、チャンネル入口／出口ポート30及びチャンネル出口／入口ポートを有するチャンネル蓋28を備えている。以下に示すように、本発明のプローブの実施形態は、伸延部22内に統合的に形成されたチャンネルを備えている。多結晶シリコンで形成することができるチャンネル蓋28が、チャンネルをカバーしている。チャンネル蓋の入口ポート30は、流体がチャンネル内に入るのを許容し、チャンネル蓋出口ポート32は、流体がチャンネルから出るのを許容する。

#### 【0010】

この構成において、本発明のプローブ20は、生体又は薬剤コンテナのような容器から、流体を入れたり、取出したりするために使用することができる。プローブ20の実施形態には、ランセットとして有用な実施形態のように、チャンネルを備えないものがあり、それらは、血液採取の目的で細胞組織を切開するために使用される。本発明の他の実施形態において、プローブは、ブレードとして使用することができる。

#### 【0011】

また、伸延部22は、好ましくは水平の底面34を有する。上面26と底面34とを連結しているのが、第1側壁36と第2側壁38である。図1の実施形態において、各側壁は、以下で説明する等方エッチング処理による湾曲形状をして



いる。

【0012】

図2は、伸延部22の末端又は先端40の拡大図である。この図には、上面26、チャネル蓋28、チャネル蓋入口ポート32、底面34、第1側壁36、及び第2側壁38が示されている。底面34は、先端40まで伸びていることが判る。特に、水平底面34は、水平に先端40まで伸びている。等方エッチング技術が使用されるため、先端40は、極限近くまで小さくすることができる。

【0013】

また、図2は、第1側壁36が、第2側面と同様に、先端40まで伸びているのを示している。特に、各側壁36及び38は、如何なる階段状の移行をすることなく、滑らかな形で、水平そして垂直に先端部40まで伸びている。第1側壁36及び第2側壁38は、お互いに交わることによりリブ42を形成し、このリブは、先端まで滑らかに伸びる。

【0014】

本発明によって形成された先端40は、この先端を形成するための処理によって、先端が極限近い点から始まり、伸延部22の最大寸法部に対しテーパ状に傾斜するようにされるため、従来のプローブより尖鋭である。

【0015】

図3は、等方エッチングされたプローブの上面図である。この図は、軸部端24、上面26、チャネル蓋28、チャネル蓋入口ポート32、第1側壁36、第2側壁38、及び先端40を含み、先に説明した構成要素を明確に示している。

【0016】

図4は、プローブ20の側面図である。この図は、軸部端24、上面26、チャネル蓋28、底面34、第1側壁36、及び先端40を示している。先端40に向けて導かれる湾曲面を見ることができる。この急な階段状の移行のない滑らかな表面は、本発明により使用された等方エッチング処理によるものである。

【0017】

図5は、プローブの正面図である。この図は、軸部端24、上面26、チャネル蓋28、底面34、を示す。また、この図は、湾曲した側壁36及び38を示

している。これら湾曲した側壁は、従来のプローブに付き物であった急な階段状の移行を回避している。この湾曲側面は、本発明の等方エッチング処理によるものである。

#### 【0018】

図6は、本発明の他の実施形態による等方性／異方性のエッチングをされたプローブ50の斜視図である。プローブ50は、軸部端54で終焉する伸延部52を備えている。この装置は、チャンネル蓋を支持している水平上面56を備えている。チャンネル蓋は58、チャンネル蓋入口ポート60、及びチャンネル蓋出口ポート62を備えている。また、図6は、水平上面と水平底面との間に位置する第1垂直側壁66を示している。第2垂直側壁（図示せず）が、上記装置の他側に存在する。

#### 【0019】

図7は、伸延部52の末端又は先端70の拡大斜視図である。図7は、図1乃至5の装置の湾曲側壁とは対照的に立上っている垂直側壁66を明確に示している。先端70は、等方性及び異方性エッチングを組合せて使用し形成される。異方エッチングは、上記垂直側壁に施され、一方、等方エッチングは、先端70への滑らかな移行部に施される。この先端は、滑らかな表面を持つか、別の方法で、先端70と伸延部52の断面積との間での急な階段状の移行を回避する。

#### 【0020】

図8a乃至8eは、本発明の異なる実施形態による異なる等方性及び異方性のエッチングを施したチャンネルを示している。図8aは、等方性のエッチングをした側壁36及び38を有する等方エッチングしたプローブ20を示す。また、この図は、ポリシリコン・シェル28を示している。図8bは、類似した図であるが、(100)シリコンウエハの等方エッチングにより形成されたチャンネル72を示している。図8cは、等方エッチングによって形成したチャンネル73を示している。図8dは、平坦な底となるように等方エッチングされたチャンネル74を示している。図8eは、垂直的にエッチングされたチャンネル76を示している。

#### 【0021】

以下で明らかにするように、本発明は、広範囲の様々な処理技術を実施するこ

とができる。ここで示されるこれらの例は、例示的な目的のものである。本発明は、決して説明されたこれらの例に限定解釈されてはならない。

#### 【0022】

多くの処理技術が本発明を実施するために使用されただけでなく、様々なサイズの様々な装置も使用された。例としては、図8 a乃至8 eの装置は、 $300\mu\text{m}$ 幅及び $100\mu\text{m}$ 厚さの装置として実施された。図6の伸延部52は、 $100\mu\text{m}$ 平方断面の装置として実施された。様々なエッチングされた溝が、両側配置エッチング (double sides alignment and etching) 技術は、結果として $290\mu\text{m}$ 幅及び $100\mu\text{m}$ 厚さの装置となった。

#### 【0023】

標準厚さ ( $500\mu\text{m}$ ) のウエハにおける両面配置エッチング $640\mu\text{m}$ 幅及び $120\mu\text{m}$ 厚さの装置を生み出した。全体的には、本発明は、幅が約 $700\mu\text{m}$ 未満、厚みが約 $200\mu\text{m}$ 未満の伸延部に実施される。より好ましくは、本発明は、幅が約 $300\mu\text{m}$ 未満、厚みが約 $150\mu\text{m}$ 未満の伸延部に実施される。ブレードの場合には、ブレードの幅は約 $3\text{mm}$ 、そして厚みは $400\mu\text{m}$ 程度とすることができる。

#### 【0024】

良いことに、以下で説明された多くの処理技術は、シリコン・オン・インシュレータ (SOI) ウエハに使用されている。SOIウエハを使用したプローブの製造は、極めて簡潔な処理となる。本出願で説明されたプローブの製造に一般的に使用されたSOIウエハのタイプは、中間絶縁材料を介して一体接着された2枚のシリコンウエハから成っている。上側のウエハ (ドライブウエハ) は、研削及び研磨技術を組合わせて使用し、プローブの望ましい厚みに薄肉化される。底側ウエハ (ハンドルウエハ) の役割は、取扱いを容易にするため強度のある試料とするためである。プローブの製造は、装置の層に関してのみ行われるため、絶縁材料の目的は、ハンドル層がエッチングされるのを防止するために、腐蝕阻止材として設けられる。

#### 【0025】

供給者は、SOIウエハを、特定の全厚、特定された装置層の厚み、及び特定の絶縁層の厚みにして提供することが可能である。SOIウエハの使用できることにより、ウエハの全厚が標準ウエハのものと同じになるため、標準集積回路用処理装置の使用が可能となる。また、SOIウエハの供給者が、装置層厚みを数 $\mu\text{m}$ の範囲まで保証でき、しかも、この厚みを処理前に知ることができるために、針の厚みもより良く管理できる。加えて、SOI供給者に要求される領域を越えて、よくプローブ厚みのバラツキの原因となる、ウエハの薄肉化工程も省け、更に、プローブの形状を決めるために必要なボロンドーピング及びEDPも不要となる。更に、絶縁層がエッチング阻止を行うため、エッチングのタイミングはクリティカルな要素とはならない。

#### 【0026】

以下の処理ステップは、以下に説明されるように、本発明による様々な装置を作るために使用される。当業者であれば、この特定のステップに関し、様々な変更が可能であることを理解できると考えるが、このようなものは本発明の権利範囲内にある。

#### 【0027】

##### 表1ー 好ましい製造ステップ

##### A. 標準ウエハの洗浄

VLS 実験室用流し台を使用

ピラニア洗浄 ( $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$  5 : 1) 10分間

非イオン化 (DI) 水で1分間リンス、2回

水の抵抗率 > 11M-cm までリンス

脱水

#### 【0028】

ピラニアピラニア洗浄 ( $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$  5 : 1) 120℃で10分間

DI水で1分間リンス

疎水まで25 : 1 HFに浸す

DI水で1分間リンス、2回

D I 水の抵抗率  $> 14 \text{ M-cm}$  までリンス  
脱水

## 【0029】

## B. 水洗浄 酸化物除去

V L S 実験室用流し台を使用

ピラニアピラニア洗浄 ( $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$  5 : 1) 10分間

D I 水で1分間リンス

ネガティブ・シリコン酸化物が除去されるまで簡単に25 : 1 HFに浸す

D I 水で1分間リンス、2回

D I 水の抵抗率  $> 14 \text{ M-cm}$  までリンス

脱水

## 【0030】

## C. 特に、水洗浄

V L S 実験室用流し台を使用

ピラニアピラニア洗浄 ( $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$  5 : 1) 10分間

D I 水で1分間リンス、2回

D I 水の抵抗率  $> 11 \text{ M-cm}$  までリンス

脱水

## 【0031】

## D. 低応力窒化珪素の蒸着

水平低圧化学蒸着反応炉を使用

特定された目標厚

条件 =  $835^\circ\text{C}$ 、 $140 \text{ mTorr}$ 、 $100 \text{ sccm DCS}$ 、 $25 \text{ sccm}$

$\text{NH}_3$

## 【0032】

## E. ホスホシリケート ガラス (PSG) の蒸着

水平低圧化学蒸着反応炉を使用

特定された目標厚

条件 =  $450^\circ\text{C}$ 、 $300 \text{ mTorr}$ 、 $60 \text{ sccm SiH}_4$ 、 $90 \text{ sccm}$

$O_2$ 、5.2 sccm

$PH_3$

G. 高密度化 LPCVD 酸化物

【0033】

F 低温度酸化物 (LTO) の蒸着

水平低圧化学蒸着反応炉を使用

特定された目標厚

条件 = 450℃、300mTorr、60sccm  $SiH_4$ 、90sccm

$O_2$ 、 $PH_3$

G. 高密度化 LPCVD 酸化物

【0034】

G. LPCVD 酸化物の高密度化

水平大気圧反応炉を使用

条件 = 950℃、 $N_2$  1時間300m、交互に、 $N_2$  よりむしろ蒸気雰囲気  
で1100℃

【0035】

H. 写真石板

1. HMDS プライム

2. フォトレジストのコート: Shipley S3813 のコート1μm  
(写真及びエッチングされる材料の厚さに応じ、この厚さは変える必要がある)

3. レジストの露光: G-ライン・ウエハ・ステッパ、標準露光時間

4. レジストの現像: Shipley MF319を使用し標準現像

5. 30分 ハードブレーク

【0036】

I. フォトレジストで裏面コート

1. HMDS プライム

2. フォトレジストのコート: Shipley S3813 のコート1μm  
(写真及びエッチングされる材料の厚さに応じ、この厚さは変える必要がある)

3. レジストの現像: Shipley MF319を使用し標準現像

## 4. 30分 ハードブレーク

## 【0037】

## J. 酸化物 ウエットエッチング

VLS 実験室用流し台を使用

望まれる酸化物量が除去されるまでBHF5:1でエッチング

DI水で1分間リンス、2回

DI水の抵抗率 > 11M-cm までリンス

脱水

## 【0038】

## K. レジストの除去

実験室用流し台を使用

PRS-2000、90℃まで加熱、10分

DI水槽で3回リンス、各2分

C, パーシアル・クリーン・ウオータ

## 【0039】

## L. 窒化物 エッチング

SF6+He プラズマエッチング

望まれる酸化物量が除去されるまでエッチング

## 【0040】

## M. アンダープのポリシリコンの蒸着

水平低圧化学蒸着反応炉を使用

特定された目標厚

条件=605℃、555mTorr、125sccmSiH<sub>4</sub>、交互に

580℃、300mTorr、100sccmSiH<sub>4</sub>

## 【0041】

## N. ポリシリコンのエッチング

塩素プラズマエッチング

望まれるポリシリコンが除去されるまでエッチング

## 【0042】

## O. 等方シリコンエッチング

実験室用流し台を使用

望まれるポリシリコンが除去されるまでシリコン腐蝕液（64%  $\text{HNO}_3$  / 3%  $\text{H}_2\text{O}$  / 3%  $\text{NH}_4\text{F}$ ）に浸す

DI水でリンス、1時間

（様々な濃度の  $\text{NH}_4\text{F}$  が機能する。加えて、本発明に関連して使用可能な  $\text{HF}$ 、 $\text{HNO}_3$ 、 $\text{XeF}_2$  及び  $\text{HF}$ 、 $\text{HNO}_3$ 、及び  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  を含む多くの等方エッチングが存在する）

【0043】

## P. 異方ウエットエッチング

実験室用流し台を使用

750 g  $\text{KOH}$  : 1500 ml  $\text{H}_2\text{O}$  : 多くの濃度の  $\text{KOH}$  が、酸化温度80度以上においてエッチングの速／遅速度、及びシリコンの高／低感度を与えるために使用できる。

【0044】

## Q. 酸化物除去ウエットエッチング

実験室用流し台を使用

酸化物が望まれる程除去されるまで希釈又は緩衝溶液を付加した  $\text{HF}$  でエッチング

非イオン化水で約1時間リンス

【0045】

## R. ほほ垂直に包囲された溝部のエッチング

誘導結合プラズマエッチングを使用

アドバンスド・シリコン・エッチング

高プラズマ密度低圧処理システム

フッ素プラズマ

望まれる深さにエッチング

【0046】

## S. 酸化物、PSG、及び窒化珪素 エッチング



実験室用流し台を使用

望まれる犠牲材が取除かれるまで、必要であれば続けて、犠牲材を濃縮されたHFに浸す

DI水の2つのタンク内で2分間リンス、

DI水の第3タンク内で120分間リンス、

【0047】

T. スパッタ ゴールド

低圧室を使用

ゴールド 目標

【0048】

U. ゴールド エッチング

実験室用流し台を使用

王水腐蝕液又は他の商業的に入手可能なゴールド腐蝕液

【0049】

V. ウエット酸化

水平大気圧反応炉を使用

条件=特定の温度、水蒸気雰囲気

【0050】

W. ボロン拡散

水平大気圧反応炉を使用

ソリッド・ソース・ボロン拡散

条件=特定の温度

【0051】

X. SITUドーブドポリシリコンに蒸着

水平低圧化学蒸着反応炉を使用

特定の目標厚

温度=610℃及び300 Torr

【0052】

Y. サーマル酸化物の成長

水平大気圧反応炉を使用

条件 = 1050℃、蒸気雰囲気

【0053】

Z. 接着ウエハの拡散

水平大気圧反応炉

条件 = 1100℃、窒素雰囲気

【0054】

例1

図9a乃至9cは絶縁(SOI)ウエハ上のシリコンに作られた等方エッチングされたプローブを構成するためのプロセスフローを示す。図9aは、装置ウエハ94とハンドルウエハ96との間に挟まれた絶縁層92を有するSOIを示す。装置ウエハ94は、単結晶シリコンで約100 $\mu$ mの厚さに形成されている。絶縁層92は、1~2 $\mu$ mの厚みの熱成長SiO<sub>2</sub>であるが、窒化珪素及び/又は化学蒸着酸化物とすることもできる。ハンドルウエハ96は、(100)の配向を持つ約500 $\mu$ m厚さの単結晶シリコンである。ハンドルウエハ96は、単結晶シリコンで形成されているため、これも同じ単結晶シリコンで形成されている装置ウエハと同じハッチングを付している。

【0055】

ウエハ90は、洗浄(ステップA)された後、約0.5 $\mu$ m厚さの窒化珪素(ステップD)が蒸着される。図9bに示されるように、窒化珪素98は、シリコン等方エッチングのためのマスキング材としての役割を果たす。そして、窒化珪素98は、パターン化され(ステップH)、エッチングされ(ステップL)、そしてフォトリソグラフィが除去される(ステップK)。作られた構造は図9cに示される。装置はその後、等方シリコン腐蝕液に浸され(ステップO)、図9dに示される装置が作られる。この処理は、図1乃至5に示されたタイプの滑らかな側壁36及び38を作り出す。図9a乃至9eは、伸延部22のほぼ中央におけるプローブ20の正面断面図であることは判るはずである。同様の処理が、前に説明した先端40で行われる。

【0056】

そして、窒化珪素は、取除かれ、プローブは取外される（ステップS）。図9 eは取外されたプローブ20を示す。そして、装置は、非イオン化水で約1時間リンスされる。チャンネルを持たないこの作られた装置は、ランセットとして使用される。

#### 【0057】

#### 例2

図10 a乃至10 iは、SOIウエハ上に作られた、表面がマイクロマシン化された流体通路を有する等方エッチングされたプローブを構成するための工程フローを示す。図10 aは、図9 aを参照して説明したタイプの装置を示す。ウエハは、洗浄（ステップA）される。そして、約2  $\mu$ m厚さのホスホシリケートガラスが蒸着される（ステップE）。

#### 【0058】

図10 bは、犠牲的チャンネル材として使用されるホスホシリケートガラス100を示す。そして、ホスホシリケートガラス100は、パターン化され、（ステップH）、そして、流体通路を作る型を形成するために、フォトリジストが取除かれる。出来た装置は、図10 cに示される。そして、この装置は洗浄され（ステップB）、チャンネル蓋のフレーム材を形成するために、約2  $\mu$ mのポリシリコン層が蒸着される（ステップM）。ポリシリコン102は図10 dに示される。そして、ポリシリコン102は、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップN）、そしてレジストは取除かれる（ステップK）。これにより、先に説明したチャンネル蓋入口ポート及びチャンネル蓋出口ポートが作られる。作られた構造は図10 eに示される。2つのポリシリコン材102間の領域32は、チャンネル蓋出口ポートである。

#### 【0059】

そして、ウエハは、洗浄（ステップB）された後、約0.5  $\mu$ m厚さの窒化珪素（ステップD）が蒸着される。図10 fに示されるように、窒化珪素98は、シリコン等方エッチングのためのマスキング材としての役割を果す。そして、窒化珪素98は、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）、そしてフォトリジストが取除かれる（ステップK）。作られた構造は図10 g

に示される。

#### 【0060】

装置はその後、等方シリコン腐蝕液に浸され（ステップO）、図10hに示される装置が作られる。この処理は、図1乃至5に示されたタイプの滑らかな側壁36及び38を作り出す。この処理によって形成された第1及び第2湾曲側壁36及び38を今一度見と、この処理も先に説明した先端構造を作り出していることがわかる。

#### 【0061】

そして、窒化珪素は、取除かれ（ステップS）、プローブは取外され、ホスホシリケートガラスは、図10iに示される装置を作るために取除かれる。そして、装置は、非イオン化水で約1時間リンスされる。

#### 【0062】

#### 例3

図11a乃至11Lは、SOIウエハ上に作られたチャネルを形成する際、異方エッチングを使用して等方的に成形されたプローブのための工程フローを示す。図11aの初期装置は、先の例で説明したタイプのものである。ウエハは、洗浄（ステップA）され、約 $0.5\mu\text{m}$ 厚さの窒化珪素（ステップD）が蒸着され、図11bに示される装置となる。その代わりに、厚さ $0.5\mu\text{m}$ のサーマルオキไซด์を、約 $0.5\mu\text{m}$ 厚さの窒化珪素（ステップD）に代用することが可能である。この酸化層は、 $\text{CF}_4 + \text{CHF}_3 + \text{He}$ プラズマエッチング、及び $40^\circ\text{C}$ で $4:1\text{ H}_2\text{O}:\text{KOH}$ 溶液を使用してエッチングしたものである。そして、窒化珪素は、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）、そしてレジストが取除かれる（ステップK）。そして、単結晶シリコン（100）は、図11cに示されるように、流体通路用の異方性的にエッチングされた溝を形成するために、異方腐蝕液で処理される。

#### 【0063】

そして、ウエハは、洗浄（ステップA）された後、図11dに示されるように、窒化珪素マスキング層98の開口を満たすために、約 $2\mu\text{m}$ 厚さのホスホシリケートガラスが蒸着される（ステップE）。厚さ $3\mu\text{m}$ のPSG蒸着を行うよう

にしてもよく、また蒸着ステップGで特定されたもの以上のPSGの高温高密度化とするようにしてもよい。より好ましい高密度化は、大気圧において1100℃、2時間である。回路が含まれる場合には最高温度ステップを最初減にすることが望ましいため、950℃に近い温度での密度化が行われる必要がある。そして、ホスホシリケートガラス100は、パターン化され、(ステップH)、エッチングされ(ステップJ)そして、図11eに示されるように、窒化珪素98の領域を曝すように、レジストが取除かれる。そして、窒化珪素98は、エッチングされ(ステップL)、図11fに示される装置となる。

#### 【0064】

ホスホシリケートガラスは、エッチングマスクとしての役割をするため、レジストは、通常、この窒化珪素エッチングの前に取除くことができる。いくつかのケースにおいては、ホスホシリケートガラスの厚さは、エッチングが下層の窒化珪素をエッチングのアタックから保護するに十分な厚さでないこともあり、この場合には、フォトレジストは必要となる。

#### 【0065】

そして、ウエハは、洗浄される(ステップB)。その後、チャネル蓋のフレーム材を形成するために、約2 $\mu$ mのポリシリコンが、蒸着され(ステップM)、結果として、図11gに示された装置となる。そして、この装置は、パターン化され(ステップH)、エッチングされ(ステップN)、その後、チャネル蓋入口及び出口ポートを形成するために、また、シエルの端部からポリシリコンを取除くためにフォトレジストは取除かれる(ステップK)。

#### 【0066】

この処理により、図11hに示される装置が作られる。そして、ウエハは洗浄され(ステップB)、約0.5の窒化珪素が蒸着される(ステップD)。図11iに示されるように、窒化珪素98は、シリコン等方エッチングのマスキング材として使用される。そして、窒化珪素は、パターン化され(ステップH)、エッチングされ(ステップL)、その後レジストが取除かれ(ステップK)、結果として、図11jに示される構造となる。この装置は、その後、等方シリコン腐蝕液に浸され(ステップO)、図11kに示される構造となる。そして、窒化珪素

は、取除かれ、プローブは、取出され、ホスホシリケートガラスは、取除かれる（ステップS）。図11Lに示される結果としての装置は、非イオン化水で約1時間リンスされる。

#### 【0067】

##### 例4

図12a乃至12Lは、SOIウエハ上に作られたチャネルを形成する際、等方エッチングを使用して等方的に成形されたプローブのための工程フローを示す。図12aの初期装置は、先の例で説明したタイプのものである。ウエハは、洗浄（ステップA）され、約 $0.5\mu\text{m}$ 厚さの窒化珪素（ステップD）が蒸着され、図12bに示される装置となる。そして、窒化珪素は、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）、そしてレジストが取除かれる（ステップK）。そして、単結晶シリコン（100）は、図12cに示されるように、流体通路用の等方的にエッチングされた平坦な底溝を形成するために、等方腐蝕液で処理される。

#### 【0068】

そして、ウエハは、洗浄（ステップA）された後、図12dに示されるように、窒化珪素マスキング層98の開口を満たすために、約 $2\mu\text{m}$ 厚さのホスホシリケートガラスが蒸着される（ステップE）。そして、ホスホシリケートガラス100は、パターン化され、（ステップH）、エッチングされ（ステップJ）そして、図12eに示されるように、窒化珪素98の領域を曝すように、レジストが取除かれる。

#### 【0069】

そして、窒化珪素98は、エッチングされ（ステップL）、図12fに示される装置となる。ホスホシリケートガラスは、エッチングマスクとしての役割をするため、レジストは、通常、この窒化珪素エッチングの前に取除くことができる。いくつかのケースにおいては、ホスホシリケートガラスの厚さは、エッチングが下層の窒化珪素をエッチングの攻撃から保護するに十分な厚さでないこともあり、この場合には、フォトレジストは必要となる。

#### 【0070】

そして、ウエハは、洗浄される（ステップB）。その後、チャネル蓋のフレーム材を形成するために、約 $2\mu\text{m}$ のポリシリコンが、蒸着され（ステップM）、結果として、図12gに示された装置となる。そして、この装置は、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップN）、その後、チャネル蓋入口及び出口ポートを形成するために、また、シエルの端部からポリシリコンを取除くためにフォトリソは取除かれる（ステップK）。この処理により、図12hに示される装置が作られる。そして、ウエハは洗浄され（ステップB）、約0.5の窒化珪素が蒸着される（ステップD）。図12iに示されるように、窒化珪素98は、シリコン等方エッチングのマスキング材として使用される。

#### 【0071】

そして、窒化珪素は、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）、その後レジストが取除かれ（ステップK）、結果として、図12jに示される構造となる。この装置は、その後、等方シリコン腐蝕液に浸され（ステップO）、図12kに示される構造となる。そして、窒化珪素は、取除かれ、プローブは、取出され、ホスホシリケートガラスは、取除かれる（ステップS）。図12Lに示される結果としての装置は、非イオン化水で約1時間リンスされる。

#### 【0072】

例5.

図13a乃至13q'は、ポリシリコン・ヒータの形をとる集積回路及びマイクロマシン化された構造を持ち、SOIウエハ上に作られたチャネルを形成するための異方エッチングを組合せた、等方的に成形されるプローブのためのプロセスフローを示す。以下の図面において、各ページの左手の図面は、軸部の断面図で、一方各ページの右手の図面は、回路の断面図である。図13aは、配向（100）のSOIウエハを示す。図13a'は、2つのp+ドープ領域120及び122を示す。ポリシリコン接点124は、各領域の上方に設けられている。n+ポリシリコン領域は、接点124の間に位置している。図13a'は、同様の構造であるが、n窪み130及びn+領域を含んでいる。この種タイプの装置の構成に使用される処理は、公知である。

## 【0073】

ウエハは、洗浄され（ステップB）、約 $0.5\mu\text{m}$ 厚さの窒化珪素（ステップD）が蒸着され、図13b及び13b'に示される装置となる。そして、ウエハは、洗浄され（ステップB）、ポリシリコン・ヒータを形成するために約 $0.4\mu\text{m}$ のポリシリコンが蒸着される。ポリシリコン、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップN）、そしてレジストが取除かれる（ステップK）。そして、ウエハは洗浄される（ステップB）。シリコンエッチングの間、ポリシリコンを保護するため、約 $5\mu\text{m}$ の窒化珪素蒸着される（ステップD）。結果としての構造は、図13c及び13c'に示される。

## 【0074】

そして、窒化珪素は、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）、その後レジストが取除かれ（ステップK）。（チトラメチル アンモニウム 水酸化物等の多くの互換性のあるICエッチングを、KOHの代わりに使用できる）そして、単結晶シリコンは、図13dに示されるように、流体通路の溝を形成するために、異方エッチング（ステップP）される。ウエハは、その後、洗浄され（ステップA）そして約 $2\mu\text{m}$ のホスホシリケートガラス蒸着される（ステップE）。結果としての構造は、図13e及び13e'に示される。

## 【0075】

そして、この装置は、パターン化され（ステップH）エッチングされ（ステップJ）、そして、レジストは取除かれる。これにより、図13f及び13f'に示されるように、窒化珪素の領域は、露出される。そして、窒化珪素は、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）、その後レジストが取除かれ（ステップK）。この処理は、図13g及び13g'に示されるように、チャンネルの外側の領域及び電氣的接点ホール範囲の窒化珪素が取除かれる。

## 【0076】

そして、ウエハは洗浄され（ステップB）、図13g及び13g'に示されるように、流体通路のフレーム材を形成するために、そこで約 $2\mu\text{m}$ のポリシリコンが蒸着される。そして、ポリシリコンは、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップN）、そしてレジストは取除かれる（ステップK）。こ



れにより、先に説明したチャネル蓋入口ポート及びチャネル蓋出口ポートが作られるとともに、ポリシリコンはシエルの端部から取除かれる。作られた構造は図13 i 及び13 i' に示される。

【0077】

そして、ウエハは、洗浄（ステップB）された後、後のHFエッチングの間、電気接点の範囲を保護するために、約 $0.4\mu\text{m}$ 厚さのポリシリコン（ステップM）が蒸着される。これにより、図13 K 及び13 k' に示されるように、回路の範囲外のポリシリコンは除去される。

【0078】

そして、ウエハは、洗浄（ステップB）された後、約 $0.5\mu\text{m}$ 厚さの窒化珪素（ステップD）が蒸着される。図13 L 及び13 L' に示されるように、窒化珪素98は、シリコン等方エッチングのためのマスキング材としての役割を果す。そして、窒化珪素98は、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）、そしてフォトリジストが取除かれる（ステップK）。作られた構造は図13 m 及び13 m' に示される。そして、装置は、等方シリコン腐蝕液の浸され（ステップO）、図13 及び13 n' の構造が作られる。

【0079】

そして、ウエハは、大部分の窒化珪素を除去し、プローブを取りだし、更にホスホシリケートガラスを取除くために、HFに浸される（ステップS）。ここで作られた構造は、図13 o 及び13 o' に示される。いくつかの窒化珪素は、基体からヒータを絶縁するために残す必要があるため、HFのタイミングは重要である。そして、ウエハは、非イオン化水で約1時間リンスされる。

【0080】

その後、短時間のシリコンプラズマエッチング（ステップN）が、回路範囲のポリシリコンの薄い保護層を取除くために行われる。この処理の結果、13 p 及び13 p' に示される装置が作られる。最後のステップは、ポリシリコン接点を覆っている酸化物を取除くためにフッ化水素酸に短時間浸す工程である（ステップQ）。最終構造は、13 q 及び13 q' に示される。

【0081】

## 例 6

図14 a乃至14 m' は、チャンネルを形成するために、異方エッチングを組合せ、等方的に成形したプローブのためのプロセスフローを示す。このプロセスは、回路を有する薄いウエハと両面エッチングを使用したものである。以下の図面において、各ページの左手の図面は、軸部の断面図で、一方各ページの右手の図面は、回路の断面図である。図14 aは、厚み約100  $\mu\text{m}$ で、配向(100)のp-タイプ・ウエハを示す。図14 a' は、図13 a' を参照して説明したタイプの構造を示すが、図13 a' の層92及び96は除外している。

## 【0082】

ウエハは、洗浄され(ステップB)、約0.5  $\mu\text{m}$ 厚さの窒化珪素(ステップD)が蒸着される。結果の構造は、図14 b及び14 b' に示される。そして、窒化珪素は、パターン化され(ステップH)、エッチングされ(ステップL)、その後レジストが取除かれ(ステップK)。そして、単結晶シリコンは、流体通路の溝を形成するため異方エッチングされる(ステップP)。この結果の構造は、図14 c及び14 c' に示される。

## 【0083】

そして、ウエハは、洗浄(ステップA)された後、窒化珪素マスキング層98の開口を満たすために、約2  $\mu\text{m}$ 厚さのホスホシリケートガラスが蒸着される(ステップE)。その結果の構造は、図14 d及び14 d' に示される。そして、ホスホシリケートガラスは、パターン化され、(ステップH)、エッチングされ(ステップJ)レジストが取除かれる(ステップK)。この結果、流体チャンネル蓋を作る型が形成される。そして、窒化珪素は、エッチングされ(ステップL)、その結果は、図14 e及び14 e' に示され。ホスホシリケートガラスは、エッチングマスクとしての役割をするため、レジストは、通常、この窒化珪素エッチングの前に取除くことができる。いくつかのケースにおいては、ホスホシリケートガラスの厚さは、エッチングが下層の窒化珪素をエッチングのアタックから保護するのに十分な厚さでないこともあり、この場合には、フォトリジストは必要となる。

## 【0084】

そして、ウエハは、洗浄される（ステップB）。その後、チャネル蓋のフレーム材を形成するために、約 $2\mu\text{m}$ のポリシリコンが、蒸着され（ステップM）、結果として、図14f及び14f'に示された装置となる。そして、チャネル蓋入口及び出口ポートを形成するために、また、シエルの端部からポリシリコンを取除くために、ポリシリコンは、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップN）る。そして、ポリシリコンは、ウエハの裏側から取除かれ、レジストも剥がされる。結果の構造は、14g及び14g'に示される。

#### 【0085】

そして、ウエハは、洗浄（ステップB）された後、シリコン等方エッチングのためのマスキング材としての役割を果たすために、洗浄約 $0.5\mu\text{m}$ 厚さの窒化珪素（ステップD）が蒸着される。図14h及び14h'は、作られた構造を示す。そして、窒化珪素98は、図14i及び14i'に示された構造を作るために、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）、そしてフォトリソグが取除かれる（ステップK）。そして、図14j'に示したように、電気接点を露出するために、電気接点の窒化珪素はパターナ化され（ステップH）、窒化珪素層はエッチングされ（ステップL）、ポリシリコン層はエッチング（ステップN）、窒化珪素層はエッチングされ（ステップL）、そして酸化層もエッチングされる。

#### 【0086】

そして、ウエハは洗浄され、ウエハの前面において金のスパッタリングが行われる（ステップT）。好ましくは、クロミウム接着剤が使用される。金はパターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップU）、そしてレジストは取除かれる（ステップK）。結果としての、金によって作られたポケットは、図14K'に示される。そして、ウエハは、等方腐蝕液の浸され（ステップO）、図14i、及び14i'の構造が作られる。ウエハは、その後、窒化珪素の除去、プローブの取りだし、ホスホシリケートガラスの除去のため、HFに浸される（ステップS）。そして、ウエハは、非イオン化水で約1時間リンスされ、図14m及び14m'で示される構造が作られる。

#### 【0087】

## 例7

図15 a乃至15 m' は、チャネルを形成するために、異方エッチングを組合せ、等方的に成形したプローブのためのプロセスフローを示す。このプロセスは、回路を有する標準ウエハと両面エッチングを使用したものである。以下の図面において、各ページの左手の図面は、軸部の断面図で、一方各ページの右手の図面は、回路の断面図である。図15 aは、厚み約500  $\mu\text{m}$ で、配向(100)のp-タイプ・ウエハを示す。図15 a' は、図13 a' を参照して説明したタイプの構造を示すが、図13 a' の層92及び96は除外している。

## 【0088】

ウエハは、洗浄され(ステップB)、約0.5  $\mu\text{m}$ 厚さの窒化珪素(ステップD)が蒸着される。結果の構造は、図15 b及び15 b' に示される。そして、窒化珪素は、パターン化され(ステップH)、エッチングされ(ステップL)、その後レジストが取除かれ(ステップK)。そして、単結晶シリコンは、図15 cに示される流体通路の溝を形成するため異方エッチングされる(ステップP)。そして、ウエハは、洗浄(ステップB)された後、窒化珪素マスキング層98の開口を満たすために、約2  $\mu\text{m}$ 厚さのホスホシリケートガラスが蒸着される(ステップE)。その結果の構造は、図15 d及び15 d' に示される。そして、ホスホシリケートガラスは、パターン化され、(ステップH)、エッチングされ(ステップJ)レジストが取除かれる(ステップK)。この結果、流体チャネル蓋を作る型が形成される。そして、窒化珪素は、エッチングされ(ステップL)、その結果は、図15 e及び15 e' に示され。ホスホシリケートガラスは、エッチングマスクとしての役割をするため、レジストは、通常、この窒化珪素エッチングの前に取除くことができる。いくつかのケースにおいては、ホスホシリケートガラスの厚さは、エッチングが下層の窒化珪素をエッチングのアタックから保護するに十分な厚さでないこともあり、この場合には、フォトリジストは必要となる。

## 【0089】

そして、ウエハは、洗浄される(ステップB)。その後、チャネル蓋のフレーム材を形成するために、約2  $\mu\text{m}$ のポリシリコンが、蒸着され(ステップM)、

結果として、図15 f 及び15 f' に示された装置となる。そして、チャネル蓋入口及び出口ポートを形成するために、また、シエルの端部からポリシリコンを取除くために、ポリシリコンは、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップN）る。そして、ポリシリコンは、ウエハの裏側から取除かれ、レジストも剥がされる。結果の構造は、15 g 及び15 g' に示される。

#### 【0090】

そして、ウエハは、（ステップB）された後、洗浄約0.5  $\mu$ m厚さの窒化珪素（ステップD）が蒸着される。図15 h 及び15 h' は、作られた構造を示す。窒化珪素は、シリコン等方エッチングのためのマスキング材としての役割を果たす。これにより、図15 i 及び15 i' に示された構造が作られる。

#### 【0091】

パターンが電気接点上に当てられる（ステップH）。窒化珪素層はエッチングされ（ステップL）、ポリシリコン層はエッチング（ステップN）、窒化珪素層はエッチングされ（ステップL）、そして酸化層もエッチングされる。結果としての構造は、図15 j 及び15 j' に示される。

#### 【0092】

そして、ウエハは洗浄され（ステップB）、ウエハの前面において金のスパッタリングが行われる（ステップT）。図15 k 及び15 k' に示される構造を作るため、金はパターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップU）、そしてレジストは取除かれる（ステップK）。チタニウム又はクロミウム等の付加的接着剤層の付設が、金のスパッタリングの前に必要とされる可能性がある。

#### 【0093】

そして、ウエハは、等方腐蝕液の浸され（ステップO）、図15 i、及び15 i' の構造が作られる。ウエハは、その後、窒化珪素の除去、プローブの取りだし、ホスホシリケートガラスの除去のため、HFに浸される（ステップS）。そして、ウエハは、非イオン化水で約1時間リンスされ、図15 m 及び15 m' で示される構造が作られる。

#### 【0094】

## 例 8

図16 a乃至16 m' は、チャンネルを形成するために、異方エッチングを組合せ、異方的及び等方的に成形したプローブのためのプロセスフローを示す。この装置は、(110) 最上層を持つSOIウエハ上に作られている。プロセスは、図6乃至7に示されたタイプの装置を構成するために使用される。図面において、各ページの左手の図面は、先端の断面図で、一方各ページの右手の図面は、プローブ軸部の断面図である。

## 【0095】

図16 a及び16 bは、シリコンウエハ上の酸化層に接着された配向(100)のシリコンウエハを示す。

ウエハは、洗浄され(ステップA)、約 $0.5\mu\text{m}$ 厚さの窒化珪素(ステップD)が蒸着される。結果の装置は、図16 b及び16 b' に示される。そして、窒化珪素は、パターン化され(ステップH)、エッチングされ(ステップL)、その後レジストが取除かれ(ステップK)。そして、単結晶シリコンは、図16 cに示される流体通路の溝を形成するため異方エッチングされる(ステップP)。

## 【0096】

そして、ウエハは、洗浄(ステップB)された後、窒化珪素マスキング層98の開口を満たすために、約 $2\mu\text{m}$ 厚さのホスホシリケートガラスが蒸着される(ステップE)。その結果の構造は、図16 d及び16 d' に示される。そして、ホスホシリケートガラスは、パターン化され、(ステップH)、エッチングされ(ステップJ) レジストが取除かれる(ステップK)。この処理は図16 e及び16 e' に示されるように、窒化珪素の領域を露出させる。

## 【0097】

そして、窒化珪素は、図16 f及び16 f' に示された構造を作り出すためエッチングされる(ステップL)。ホスホシリケートガラスは、エッチングマスクとしての役割をするため、レジストは、通常、この窒化珪素エッチングの前に取除くことができる。いくつかのケースにおいては、ホスホシリケートガラスの厚さは、エッチングが下層の窒化珪素をエッチングのアタックから保護するのに十分

な厚さでないこともあり、この場合には、フォトリソは必要となる。

【0098】

そして、ウェハは、洗浄される（ステップB）。その後、チャネル蓋のフレーム材を形成するために、約 $2\mu\text{m}$ のポリシリコンが、蒸着される（ステップM）。結果としての構造は、図16g及び16g'に示される。そして、チャネル蓋入口及び出口ポートを形成するために、ポリシリコンは、パターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップN）る。そして、レジストは剥がされる。結果は、16h及び16h'に示される装置である。

【0099】

そして、ウェハは、（ステップB）された後、図16i及び16i'に示されるように、洗浄約 $0.5\mu\text{m}$ 厚さの窒化珪素（ステップD）が蒸着される。窒化珪素は、シリコン等方エッチングのためのマスキング材としての役割を果たす。これにより、図16i及び16i'に示された構造が作られる。

【0100】

ウェハは、その後、洗浄され（ステップA）、約 $2\mu\text{m}$ の低温酸化物（ステップF）が異方エッチングマスキング材として蒸着される。代替のマスキング材料としては、ポリヘキサシラン又は付加的窒化珪素層がある。図16K及び16k'の構造を提供するために、蒸着された基体はパターン化（ステップH）、エッチング（ステップJ）され、レジストは、取除かれる（ステップK）。

【0101】

その後、図16I及び16i'に示されるように、プローブの軸に沿った垂直経壁を形成するため、単結晶シリコンは異方腐蝕液でエッチングされる。図16m及び16m'の構造を作り出すために。低温酸化物である異方性シリコン腐蝕液マスクは、取除かれる（ステップQ）。

【0102】

そして、図16nに示されたように、先端の滑らかなカバーリング表面を作るために、等方シリコン腐蝕液に浸される。そして、ウェハは、その後、窒化珪素の除去、プローブの取りだし、ホスホシリケートガラスの除去のため、HFに浸される（ステップS）。そして、ウェハは、非イオン化水で約1時間リンスされ

る。

【0103】

また、本発明の技術は、SOI標準でない厚さのウエハも使用することができる。高価なSOIウエハ及び薄いウエハは、標準価格のほぼ4杯である。従って、標準価格を使用することが望ましいが、SOIによって提供される寸法は確かであり、薄膜標準厚ウエハ処理では、以下で述べるように、上記したようなタイプの両面エッチングした装置には適用できない。

【0104】

標準厚、つまりSOIでないもの、の処理は、研削ステップ及び化学的・機械的研磨を含んでいる。図17は基本的プロセスを示す。図18は、付加的ステップを持つ他のプロセスを示す。付加されたステップは、エッチング防止材を設けることによって、化学的・機械的研磨に関係する酸化ステップである。エッチング防止材を有することによって、プローブの形状の均一性を改善する。このプロセスフローは、無地の標準ウエハに一時的に接着する追加のステップを有する。この接着の目的は、研削・研磨ステップの間にプローブを確実に固定するためのものである。

【0105】

しかし、接着剤のみでは、研削・研磨ステップの間にプローブを十分に保持できない可能性があり、その際は、酸化物対酸化物の形での接着のような、より強力な接着が必要となるかも知れない。一方、プローブが研磨もしくは研削にかけられるとすると、その鋭さは減少してしまう。標準ウエハに一時的な形での接着が使用されているのであれば、それを否定するべきでない。つまり、付加的コストがさほどかからないからである。

【0106】

例9

図17(a)に示されるように、約500 $\mu$ m厚の単結晶(100)シリコンPタイプウエハは、標準ウエハ110として使用されている。このウエハは洗浄(ステップA)され、及び約0.5 $\mu$ mの窒化珪素が蒸着される(ステップD)。蒸着された窒化珪素112は図18(b)に示される。窒化珪素は、シリコン



等方エッチングのマスキング材として使用される。

【0107】

図17cの装置を得るために、窒化珪素はパターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）そしてレジストが取除かれる（ステップK）。そして、ウエハは、等方シリコン腐蝕液に浸され、図17（b）の装置が作られる。そして、ウエハは、その後、窒化珪素の除去、プローブの取りだし、ホスホシリケートガラスの除去のため、HFに浸される（ステップS）。そして、ウエハは、非イオン化水で約15分リンスされる。大半のウエハは、それから、エッチングされた領域の底部部に数 $\mu$ の内で研削がかけられる。そして、化学的機械的研磨を使ってウエハの底部は、鋭利な形チャンネルとなるまで研磨される。

【0108】

例10

図18（a）に示されるように、約500 $\mu$ m厚の単結晶（100）シリコンPタイプウエハは、標準ウエハ110として使用されている。このウエハは洗浄（ステップA）され、及び約0.5 $\mu$ mの窒化珪素が蒸着される（ステップD）。蒸着された窒化珪素112は図18（b）に示される。窒化珪素は、シリコン等方エッチングのマスキング材として使用される。

【0109】

図18dの装置を得るために、窒化珪素はパターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）そしてレジストが取除かれる（ステップK）。そして、ウエハは、等方シリコン腐蝕液に浸され、図18（e）の装置が作られる。

【0110】

そして、ウエハは、洗浄され（ステップA）1 $\mu$ m厚さのSiO<sub>2</sub>層は、熱的に成長される（ステップY）。酸化物層114は図18fに示される。そして、ウエハは、非イオン化水で約15分リンスされる。大半のウエハは、それから、エッチングされた領域の底部部に数 $\mu$ の内で研削がかけられる。そして、化学的機械的研磨を使ってウエハの底部は、鋭利な形チャンネルとなるまで研磨される。結果としての装置は図18（g）である。そして、ウエハは、その後、窒化珪素

の除去、プローブの取りだし、ホスホシリケートガラスの除去のため、HFに浸される（ステップS）。そして、ウエハは、非イオン化水で約15分リンスされる。結果として、図18hの装置ができる。

#### 【0111】

##### 例11

図19（a）に示されるように、約500 $\mu$ m厚の単結晶（100）シリコンPタイプウエハは、標準ウエハ110として使用されている。このウエハは洗浄（ステップB）され、及び約0.5 $\mu$ mの窒化珪素が蒸着される（ステップD）。蒸着された窒化珪素112は図18（b）に示される。窒化珪素は、シリコン等方エッチングのマスキング材として使用される。

#### 【0112】

図19cの装置を得るために、窒化珪素はパターン化され（ステップH）、エッチングされ（ステップL）そしてレジストが取除かれる（ステップK）。そして、ウエハは、等方シリコン腐蝕液に浸され（ステップO）、図19（d）の装置が作られる。そして、ウエハは、その後、窒化珪素の除去、プローブの取りだし、ホスホシリケートガラスの除去のため、HFに浸される（ステップS）。結果として生まれるのが図19（e）である。そしてウエハは、洗浄され（ステップA）1 $\mu$ m厚さのSiO<sub>2</sub>層は、熱的に成長される（ステップY）。酸化物層114は図19fに示される。

#### 【0113】

この点において、熱的酸化物ウエハ110は、約1 $\mu$ m厚さのSiO<sub>2</sub>で、熱的成長を行う標準無地の熱的酸化ウエハと接着される。

図19（g）は酸化物層を有するハンドルウエハ120に接着されたウエハ110を示す。ウエハ110は、エッチングされた領域の底部部に数 $\mu$ の内で研削がかけられる化学的機械的研磨を使ってウエハの底部は、鋭利な形チャネルとなるまで研磨される。結果として、図19hの装置ができる。酸化物とハンドルウエハの除去のため、HFに浸される（ステップS）。そして、ウエハは、非イオン化水で約15分リンスされる。結果としての装置は図19（i）である。

#### 【0114】

## 例 1 2

本発明の一つの実施態様において、チップの形状は窒化シリコンマスクング層とSOI装置層との間にはさまれたホスホシリケートガラス層の付着条件を調整することで制御される。マスクング層と単結晶シリコンとの間にホスホシリケートガラス層を組み込むによって、チップの外形寸法はホスホシリケートガラスのリンドーピングを変えることによって、制御することができる。ホスホシリケートガラスは不必要なチップのフッキングを防止するあめに用いられる。

## 【0115】

図20(a)は装置ウエハー94と処理ウエハー96との間に挟まれた絶縁層92を有するSOIウエハー90を示している。装置94はほぼ100 $\mu$ mの厚さをもつ単結晶シリコンからできている。配位は(100)または(110)である。絶縁層92は熱的に成長した二酸化シリコンであり、1乃至2 $\mu$ mの厚さであるが、窒化シリコンおよび/または化学的に付着させた酸化物であってもよい。処理ウエハー96は(100)配位の厚さ500 $\mu$ mの単結晶シリコンである。

## 【0116】

約800ナノメートルのホスホシリケートガラスがウエハーに付着される(ステップE)。図20(b)はホスホシリケートガラス層130を示している。その後、低応力の窒化シリコンがウエハー上に付着される(ステップD)。図20(c)は付着層132を例示している。

## 【0117】

その後、窒化シリコン層132はパターン化される(ステップH)。その後、窒化シリコン層はエッチングされ(ステップL)、ホスホシリケートガラス層はエッチングされる(ステップJ)。これで図20(d)の装置となる。その後、シリコンはウェットエッチングされ(ステップO)、図20(e)の装置となる。最後に、HF放出がおこなわれ(ステップS)、図20(f)に示されたリリース済み装置を製造する。

## 【0118】

PSGはチップのフッキングの発生を減少させる。チップフックの問題は、低

応力の窒化シリコンよりなるプローブ形のエッチングマスクが直接シリコン上に置かれた時、生ずる。窒化シリコンとシリコンとの間に置かれたPSGはシリコンよりも早くエッチングされる。このような早いエッチングを生ずる材料はエッチング工程の間侵食され、シリコンフッキングの問題を解決する。0.0、1.2、2.4、3.6および4.8 s c c mのPH<sub>3</sub>フロー率を有するPSGを備えたウエハーに対するエッチング率の結果が図21に示されている。

#### 【0119】

図21に示されるように、水平線は1100 Å/minにあり、これは単結晶シリコンのエッチング率である。測定されたエッチング率に基づいて、PSGのシリコンに対するエッチング率は0.1から4.3以上に調整できるので、PSGはフッキングの問題を解決するのに大変望ましい材料である。

#### 【0120】

図22Aおよび22Bは、ここで記載された多くの例としての方法によって構成されたプローブ140および141を示している。プローブはチャネルを有しておらず、それ故ランセットあるいはブレードであると思われる。プローブは、ランセットあるいはブレードとしての使用を容易にするためにより大きな構造に連結されてもよい。

#### 【0121】

図22Aのプローブ140は装置の一方の側面に形づくられた等方性にエッチングされたチップを有し、一方、図22Bのプローブ141は装置の両方の側面に形づくられた等方性にエッチングされたチップを有する。

#### 【0122】

図23は、本発明の実施例にしたがって構成された、等方エッチングチップのマトリックスを示す。マトリックス150は、半導体基板152上に形成されている。さらに詳細には、マトリックス150は基板152の平面に形成されている。装置150は研磨器に使用できる。すなわち、この装置は、経皮薬分配を滑らかにするために表皮を研磨するために使用できる。図24は、マトリックス150の各々の等方エッチングチップ154の拡大図である。各点の間の最小の空隙は、その高さで決定される。

## 【0123】

典型的な空隙は高さの2倍から10倍である。全ての点は、標準のウエハを使用して作られる。3つのプロセスが以下に説明される。第1のプロセスでは点型の装置が得られる。ある場合には、チップの小断面により使用中にこれらの鋭い点が壊れるかもしれない。したがって、さらに耐久力のある鈍い点を有するアレイを形成するために別の2つのプロセスが含まれている。第1の変形プロセスは、単純に等方エッチングを早々に停止することで達成できる。その結果として、点ではなく平坦面が得られる。第2の変形プロセスは、シリコン窒化物マスク層の間のPSG層の追加により達成できる。その結果として、ピラミッド型が得られる。

## 【0124】

## 例13

図25(a)に示されるように、厚さ約500 $\mu\text{m}$ の単結晶(100)シリコンウエハが出発ウエハ110として使用される。ウエハは洗浄され(ステップB)、約0.5 $\mu\text{m}$ のシリコン窒化物が堆積する(ステップD)。堆積シリコン窒化物112が図25(b)に示されている。シリコン窒化物はシリコン等方性食刻のマスク材に使用される。

## 【0125】

その後、シリコン窒化物がパターン化され(ステップH)、食刻され(ステップL)、抵抗が剥ぎ取られ(ステップK)、図25(c)の装置を生成する。その後、図25(d)に示されるように、ウエハは尖点が形成されるまで等方性シリコン腐食液中に沈められる。その後、ウエハは約15分間、イオン除去水ですすぎ洗いされる。その後、ウエハはシリコン窒化物を除去するためにHF(ステップS)中に沈められる。最後に、ウエハは約15分間、イオン除去水ですすぎ洗いされ、図25(e)で示される装置が生成する。

## 【0126】

## 例14

図26(a)に示されるように、厚さ約500 $\mu\text{m}$ の単結晶(100)シリコンウエハが出発ウエハとして使用される。ウエハは洗浄され(ステップB)、約

0.5  $\mu\text{m}$ のシリコン窒化物が堆積する（ステップD）。堆積シリコン窒化物112が図26（b）に示されている。シリコン窒化物はシリコン等方性食刻のマスク材に使用される。

【0127】

その後、シリコン窒化物がパターン化され（ステップH）、食刻され（ステップL）、抵抗が剥ぎ取られ（ステップK）、図26（c）の装置を生成する。その後、図26（d）に示されるように、等方性シリコン腐食液中に沈められる（ステップO）、ウエハーは尖点が形成される前に実質的に除去される。この結果は図26（d）の装置である。その後、ウエハーは約15分間、イオン除去水ですすぎ洗いされる。その後、ウエハはシリコン窒化物を除去するためにHF（ステップS）中に沈められる。最後に、ウエハは約15分間、イオン除去水ですすぎ洗いされ、図26（e）で示される装置を生成する。

【0128】

例15

図27（a）に示されるように、厚さ約500  $\mu\text{m}$ の単結晶（100）シリコンウエハが出発ウエハとして使用される。ウエハは洗浄され（ステップA）、約0.8  $\mu\text{m}$ の磷酸化シリケート（PSG）が堆積する（ステップB）。その後PSGは緻密化される（ステップG）。その後、約0.5  $\mu\text{m}$ のシリコン窒化物が堆積する（ステップD）。堆積シリコン窒化物112とPSG130が図27（b）に示されている。シリコン窒化物はシリコン等方性食刻のマスク材に使用される。

【0129】

その後、シリコン窒化物がパターン化される（ステップH）。その後、シリコン窒化物と酸化物層が食刻され（ステップL）、抵抗が剥ぎ取られ（ステップK）、図27（c）の装置を生成する。その後、ウエハはシリコン窒化物とPSGとを除去するためにHF（ステップS）中に沈められる。最後に、ウエハは約15分間、イオン除去水ですすぎ洗いされ、図27（e）で示される装置を生成する。

【0130】

前述の全ての実施例は、結果が等方性の食刻チップの装置になるという共通の特徴を共有している。標準のステンレス鋼プローブに対する開示されたプローブの利点は、より小さい断面、鋭いチップおよび集積回路またはマイクロマシン構造を含むことができることである。小さな断面積と鋭いチップは最小の痛みと細胞ダメージという結果をもたらし、集積回路は検出、シミュレート、ポンプおよびバルブ作用を組み込んだ都合の良い手段を提供する。従来技術のプローブと違って、本発明にプローブは、高価なボロンドーピング成しで構成されている。更に、この工程は危険な発ガン性エチレンジアミン・ピロカテコールを使用しない。

#### 【0131】

多数のプロセスが説明され、その結果としての多様なシャフト断面が示されている。さらに、シリコン付インシュレータ、標準シリコンウエハより薄い、および標準厚さシリコンウエハを含む、多数のスタイルの基板が開示されている。しかしながら、全てのプローブの変形物は、等方性食刻から得られる所望の高いチップ鋭さを保っている。

#### 【0132】

単結晶シリコンは好適な製造材料であるが、限定されないがステンレス鋼、アルミニウムおよびチタニウムを含む、別の材料も使用可能である。一般的に、これらは高い異方性特性を基にする工程では使用できないので、これらの材料は単結晶の形態では使用されない。

#### 【0133】

本発明のシリコンプローブはニッケル、チタニウム、金、または、プローブの強度や表面特性を改良するためのスパッタ或いはメッキされた同様の金属で被覆されても良い。パリレンのような有機物による被覆も強度を高めるために使用しても良い。別のプロセスの変形は、プローブの縦壁を形成するための、図6と図7に示された誘導性結合プラズマエッチを含む。

#### 【0134】

説明のための前述の記述は、発明の完全に理解できるよう特定の専門用語を使用している。しかしながら、当業者であれば、発明を実施する上で具体的な詳細

を必要としないことは明らかである。他の例では、公知の回路と装置が、根本的な発明から不必要に注意をそらすことがないようにブロックダイアグラムで示されている。

#### 【0135】

つまり、本発明の特定の実施例の前述の説明は、例示し説明を行うためのものである。こらは、開示された正確な形態に発明を限定することを意図したものではなく、明らかに、前述の教示に基づいて多数の変更と変形が可能である。実施例は発明の原理と実際の応用を説明するために選択され説明されたものであり、したがって、当業者は本発明と、多様な変更を伴った多様な実施例を利用することができる。発明の範疇は、請求の範囲とその均等物で定義されることが意図されている。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の1実施形態による、等方エッチングされたプローブの斜視図である。

##### 【図2】

図1に示したプローブの先端部の拡大図である。

##### 【図3】

図1に示したプローブの上面図である。

##### 【図4】

図1に示したプローブの側面図である。

##### 【図5】

図1に示したプローブの正面図である。

##### 【図6】

本発明の1実施形態による、等方及び異方エッチングされたプローブの斜視図である。

##### 【図7】

図6に示したプローブの先端部の拡大図である。

##### 【図8】

図8a乃至8eは本発明の1実施形態による、異なるエッチングをされたチャ



ネルを示す。

【図 9】

図 9 a 乃至 9 e は本発明の例 1 による、プローブの構成を示す。

【図 10】

図 10 a 乃至 10 I は本発明の例 2 による、プローブの構成を示す。

【図 11】

図 11 a 乃至 11 L は本発明の例 3 による、プローブの構成を示す。

【図 12】

図 12 a 乃至 12 L は本発明の例 4 による、プローブの構成を示す。

【図 13】

図 13 a 乃至 13 q' は本発明の例 5 による、プローブの構成を示す。

【図 14】

図 14 a 乃至 14 m' は本発明の例 6 による、プローブの構成を示す。

【図 15】

図 15 a 乃至 15 m' は本発明の例 7 による、プローブの構成を示す。

【図 16】

図 16 a 乃至 16 O' は本発明の例 8 による、プローブの構成を示す。

【図 17】

図 17 a 乃至 17 f は本発明の例 9 による、プローブの構成を示す。

【図 18】

図 18 a 乃至 18 h は本発明の例 10 による、プローブの構成を示す。

【図 19】

図 19 a 乃至 19 I は本発明の例 11 による、プローブの構成を示す。

【図 20】

図 20 a 乃至 20 f は本発明の例 12 による、プローブの構成を示す。

【図 21】

本発明による各種ホスフィン流量パラメータを使用して蒸着した PSG の等方腐蝕液エッチング率を示す。

【図 22】

図22A乃至22Bは本発明により構成したランセットの斜視図である。

【図23】

本発明の実施形態により構成した研磨器の斜視図である。

【図24】

図23の研磨器に設けた等方エッチングした先端部の拡大図である。

【図25】

図25a乃至25eは本発明の例13による鋭い先端部を持つ研磨器の構造を示す。

【図26】

図26a乃至26eは本発明の例14による平坦な先端部を持つ研磨器の構造を示す。

【図27】

図27a乃至27eは本発明の例15によるピラミッド型突起を持つ研磨器の構造を示す。

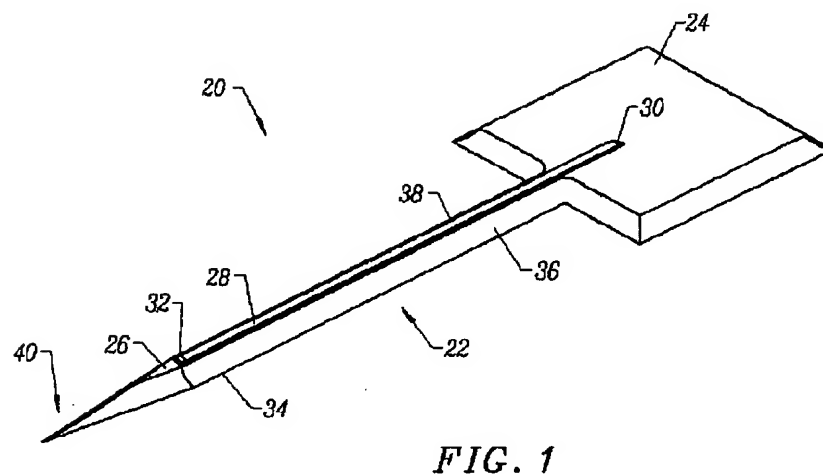
【符号の説明】

20 プローブ

22 伸延部

40 先端

【図1】



【図2】

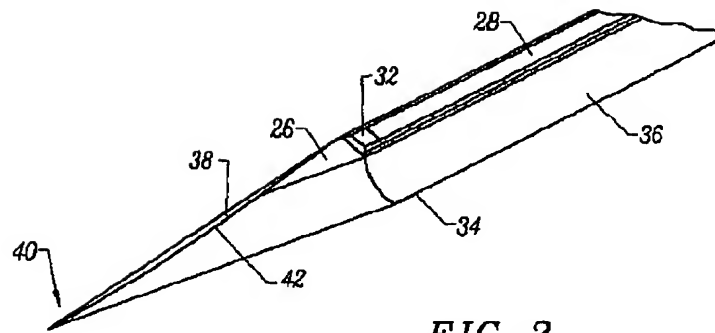


FIG. 2

【図3】

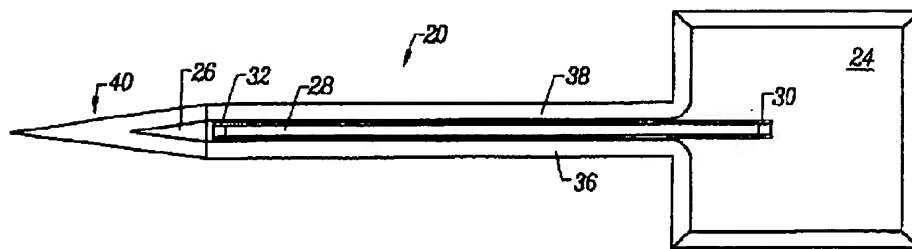


FIG. 3

【図4】

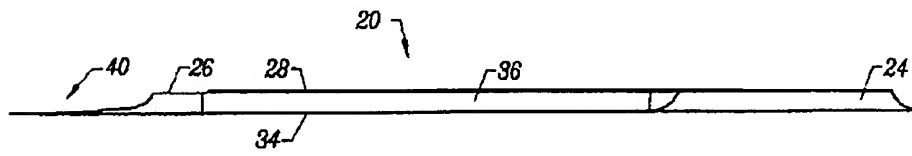


FIG. 4

【図5】

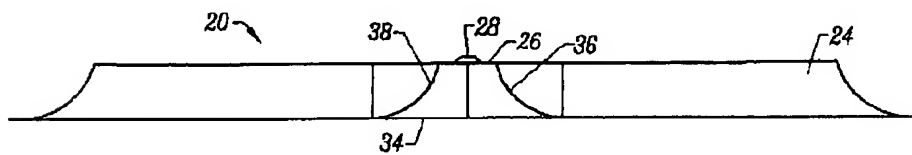
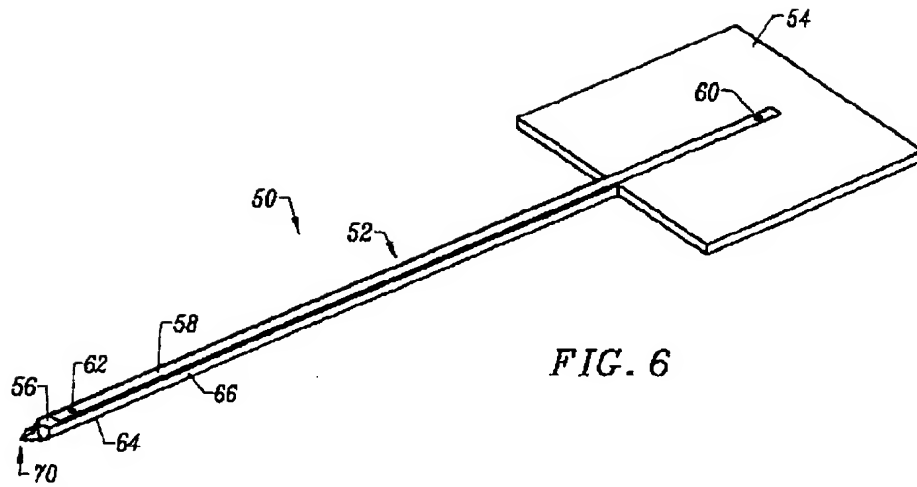
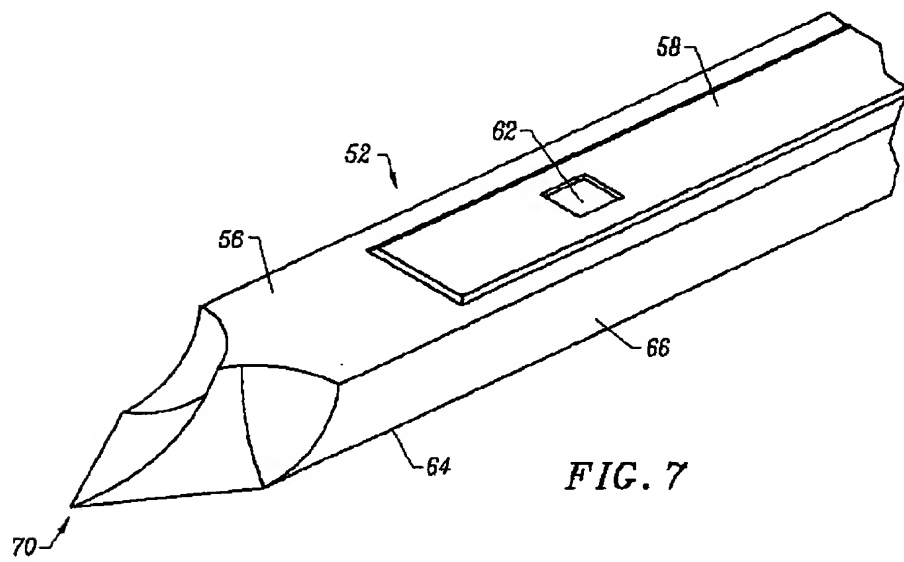


FIG. 5

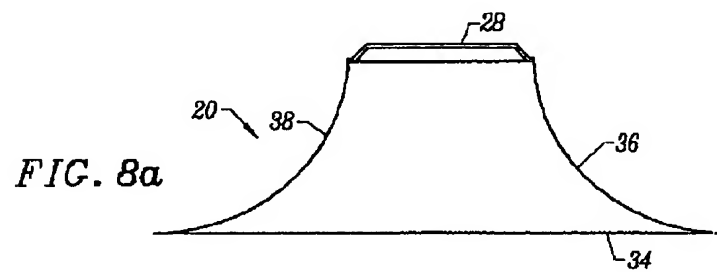
【図6】



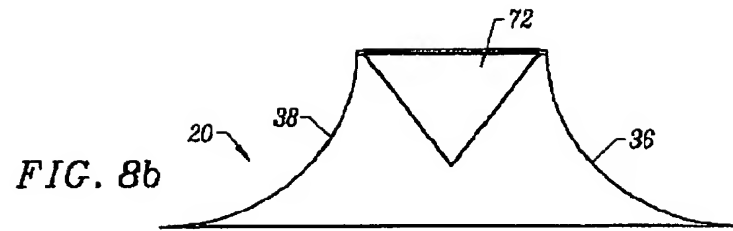
【図7】



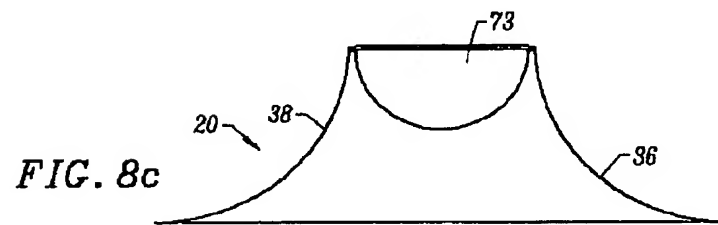
【図8a】



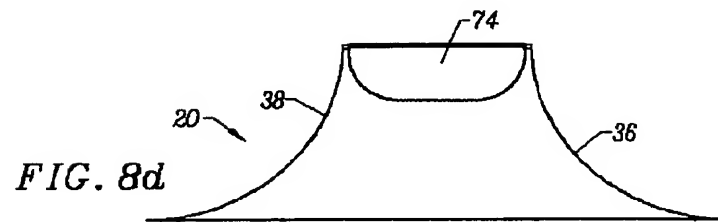
【図 8 b】



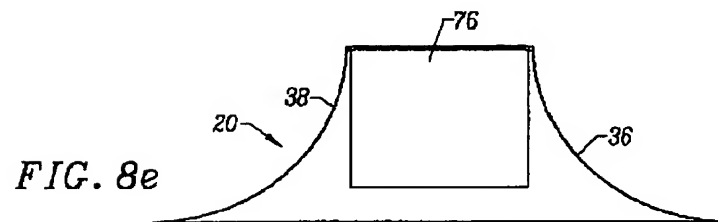
【図 8 c】



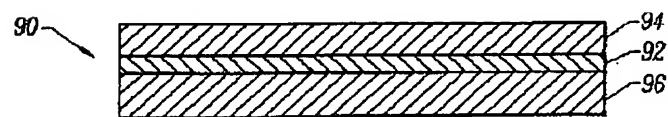
【図 8 d】



【図 8 e】



【図 9 a】



【図9b】

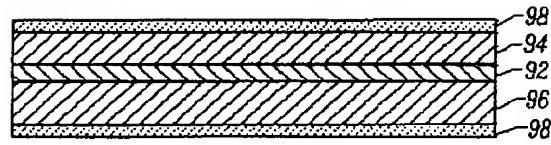


FIG. 9b

【図9c】

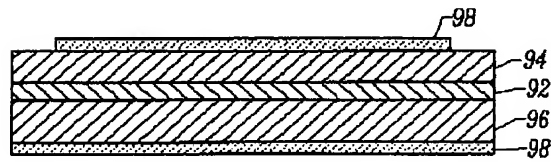


FIG. 9c

【図9d】

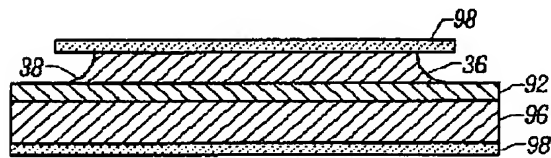


FIG. 9d

【図9e】

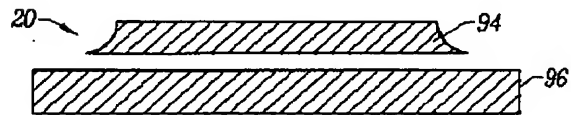


FIG. 9e

【図10a】

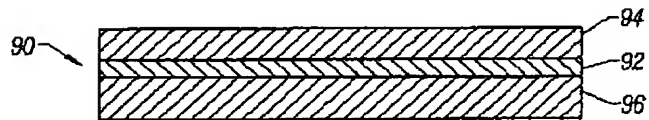


FIG. 10a

【図10b】

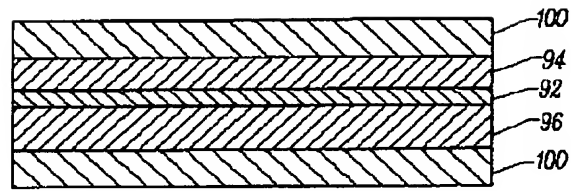


FIG. 10b

【図10c】

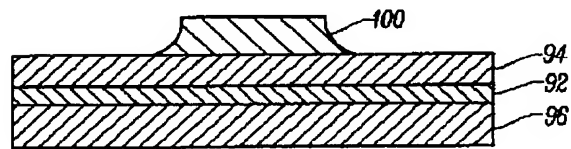


FIG. 10c

【図10d】

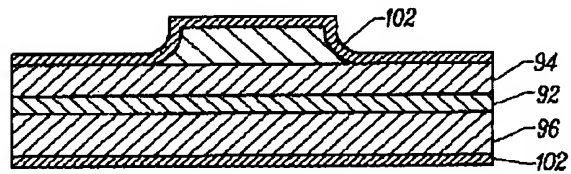


FIG. 10d

【図10e】

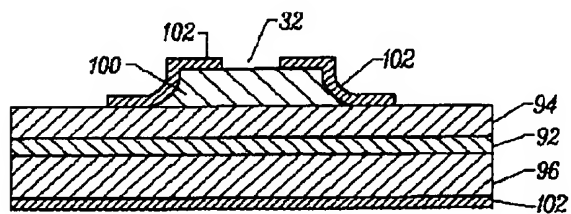


FIG. 10e

【図10f】

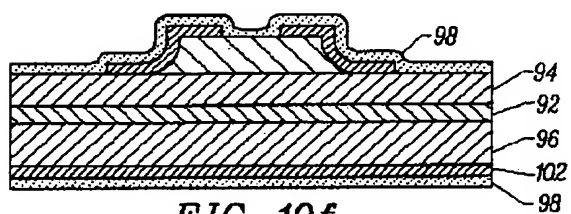


FIG. 10f

【図10g】

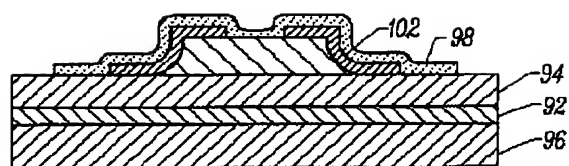


FIG. 10g

【図10h】

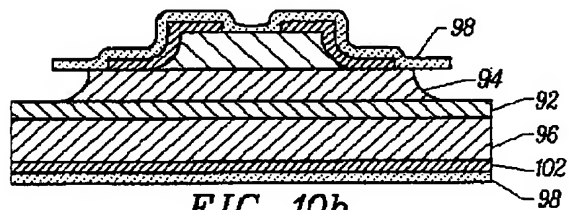


FIG. 10h

【図10i】

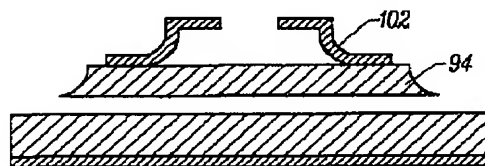


FIG. 10i

【図11a】

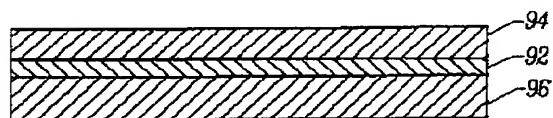


FIG. 11a

【図11b】

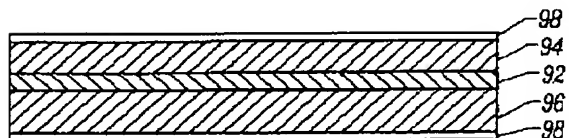


FIG. 11b



【図11c】

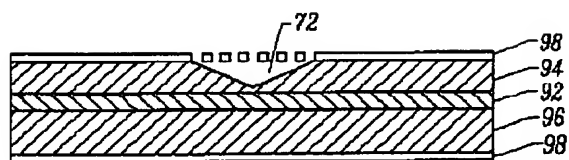


FIG. 11c

【図11d】

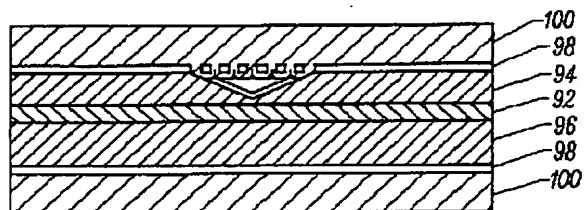


FIG. 11d

【図11e】

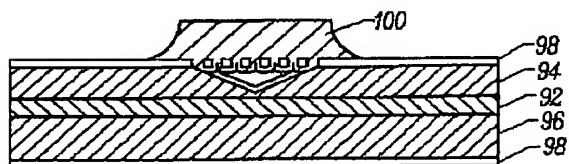


FIG. 11e

【図11f】

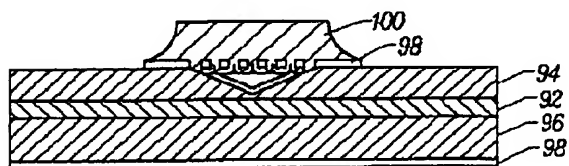


FIG. 11f

【図11g】

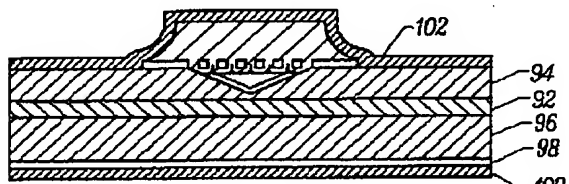


FIG. 11g

【図11h】

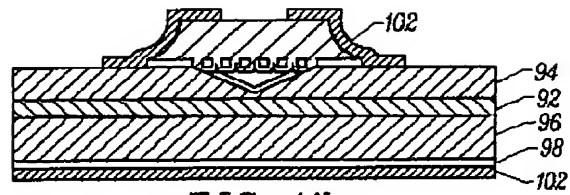


FIG. 11h

【図11i】

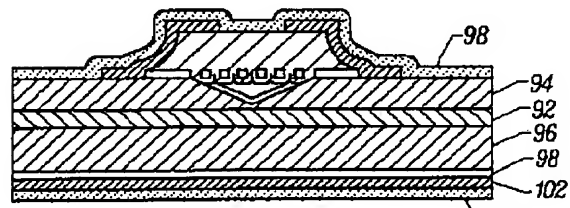


FIG. 11i

【図11j】

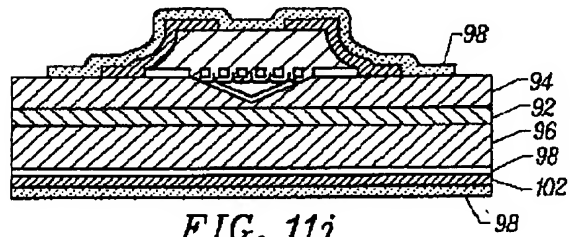


FIG. 11j

【図11k】

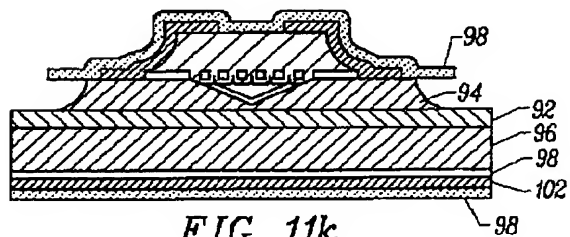


FIG. 11k

【図111】

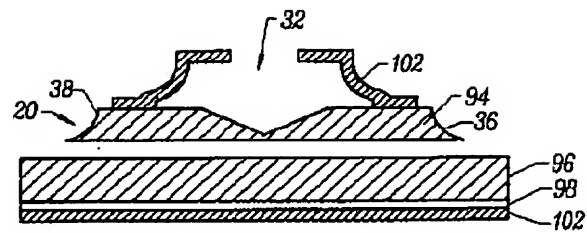


FIG. 111

【図12a】

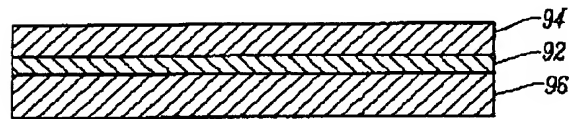


FIG. 12a

【図12b】

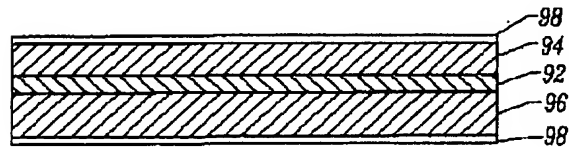


FIG. 12b

【図12c】

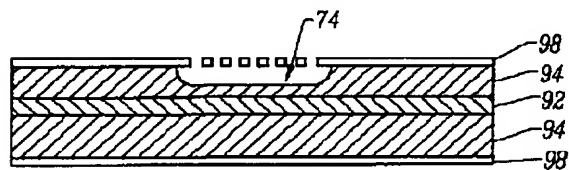


FIG. 12c

【図12d】

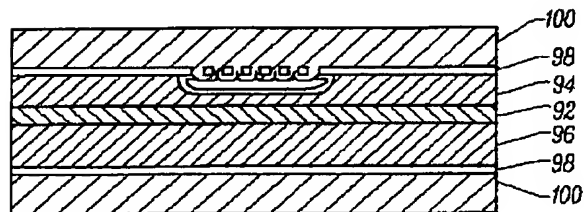


FIG. 12d

【図12e】

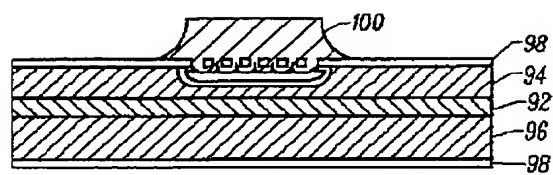


FIG. 12e

【図12f】

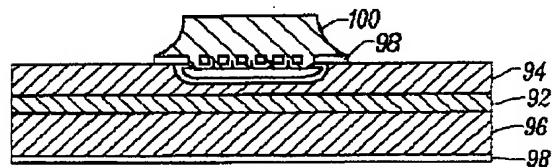


FIG. 12f

【図12g】

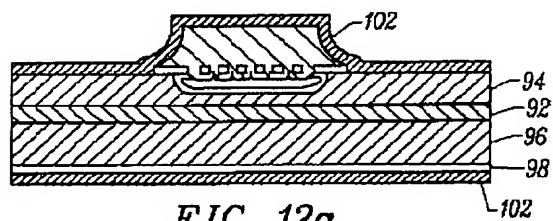


FIG. 12g

【図12h】

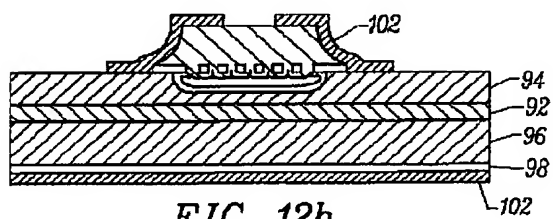


FIG. 12h

【図12i】

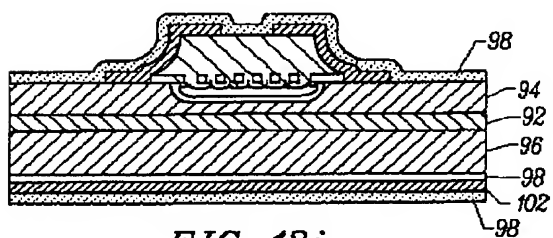
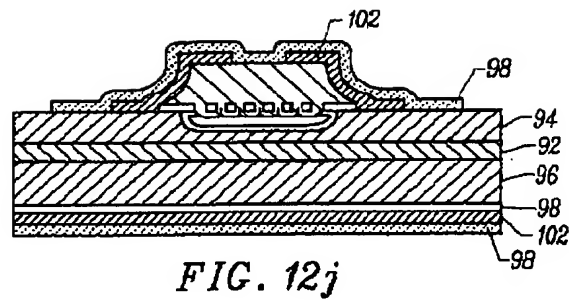
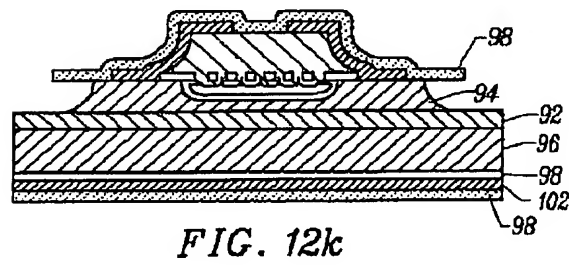


FIG. 12i

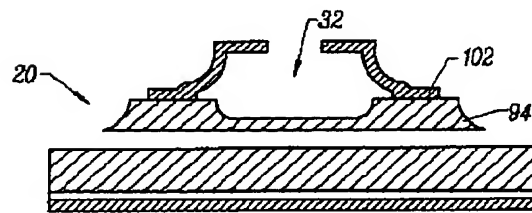
【図12j】



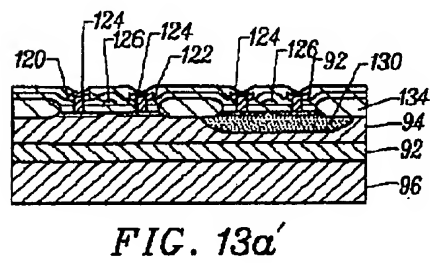
【図12k】



【図12l】



【図13a'】



【図13a】

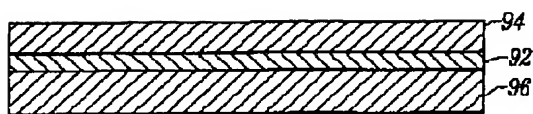


FIG. 13a

【図13b'】

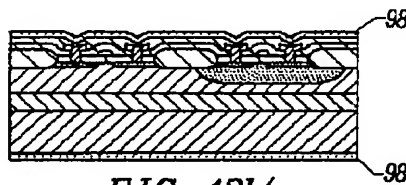


FIG. 13b'

【図13b】

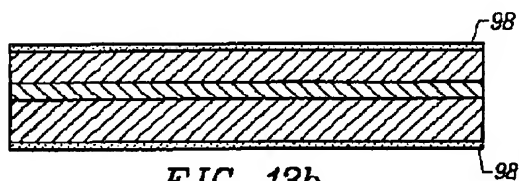


FIG. 13b

【図13c'】

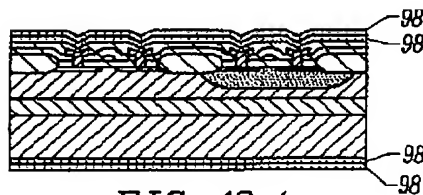


FIG. 13c'

【図13c】

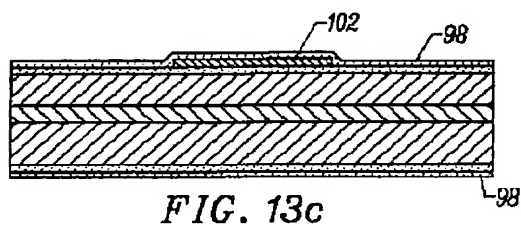


FIG. 13c

【図13d'】

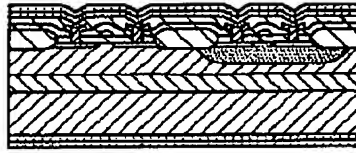


FIG. 13d'

【図13d】

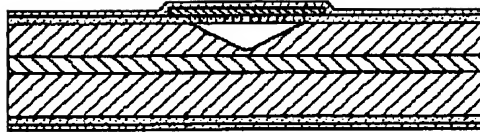


FIG. 13d

【図13e'】

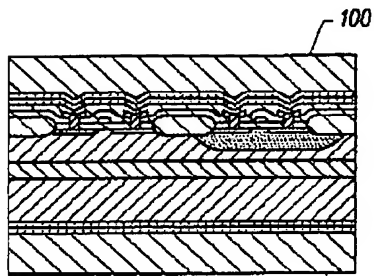


FIG. 13e'

【図13e】

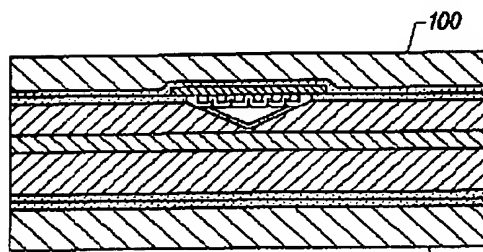


FIG. 13e

【図13f'】

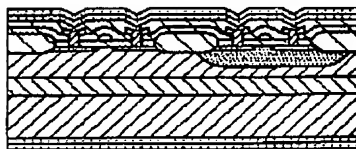


FIG. 13f'

【図13f】

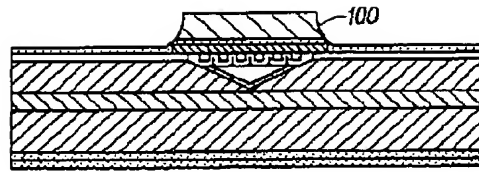


FIG. 13f

【図13g'】

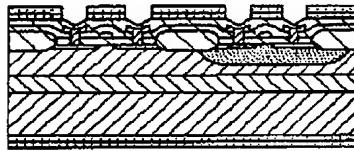


FIG. 13g'

【図13g】

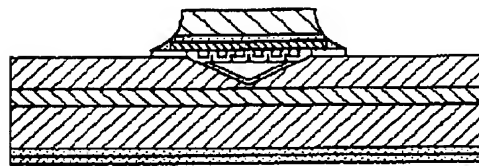


FIG. 13g

【図13h'】

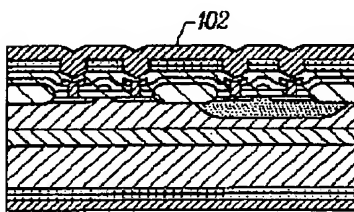


FIG. 13h'

【図13h】

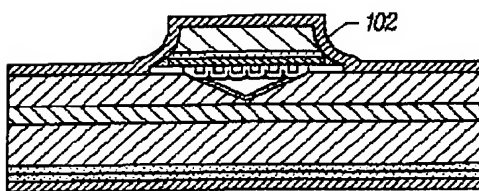


FIG. 13h



【図13i'】

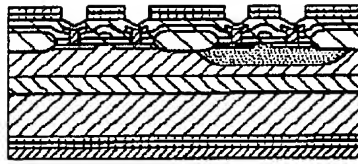


FIG. 13i'

【図13i】

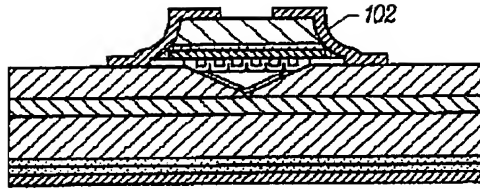


FIG. 13i

【図13j'】

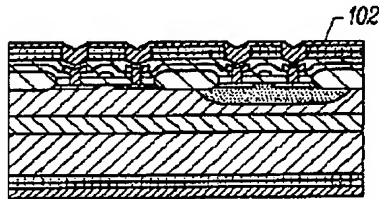


FIG. 13j'

【図13j】

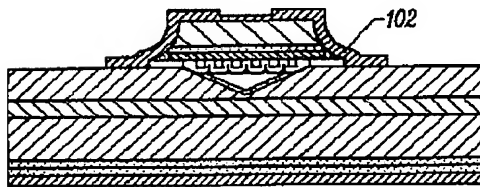


FIG. 13j

【図13k'】

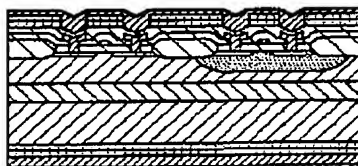


FIG. 13k'

【図13k】

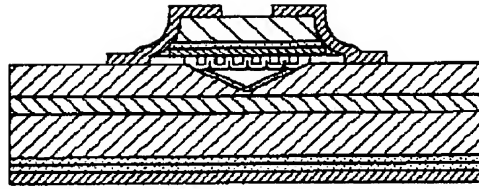


FIG. 13k

【図13l'】

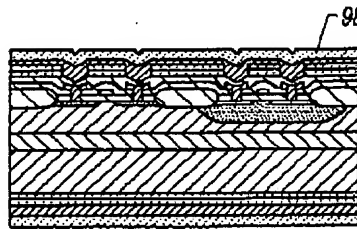


FIG. 13l'

【図13l】

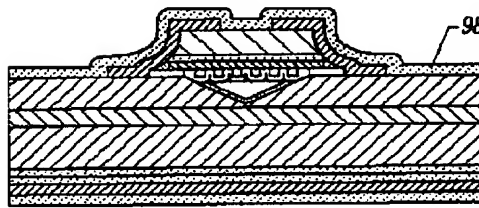


FIG. 13l

【図13m'】

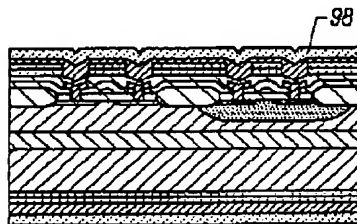


FIG. 13m'

【図13m】

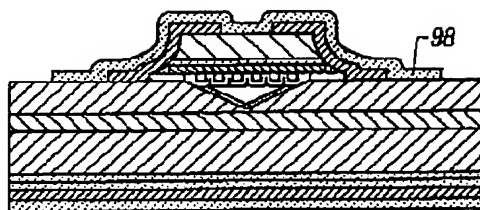


FIG. 13m

【図13n'】

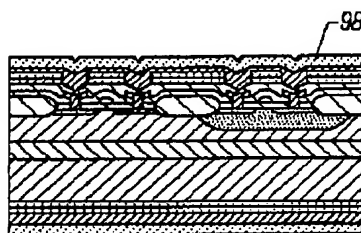


FIG. 13n'

【図13n】

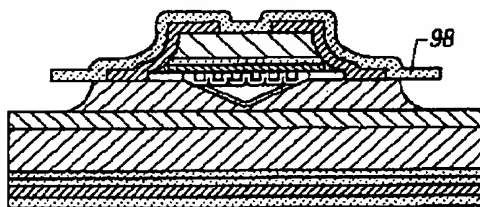


FIG. 13n

【図13o'】

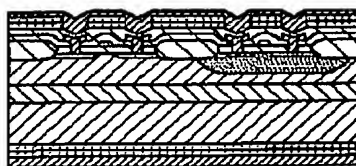


FIG. 13o'

【図13o】

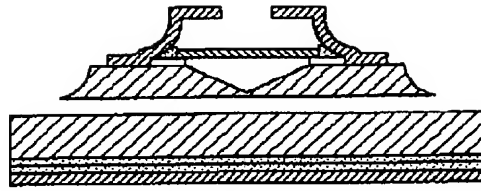


FIG. 13o

【図13p'】

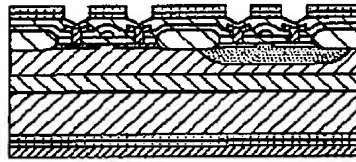


FIG. 13p'

【図13p】

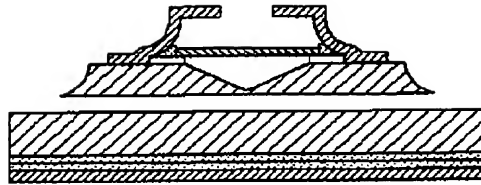


FIG. 13p

【図13q'】

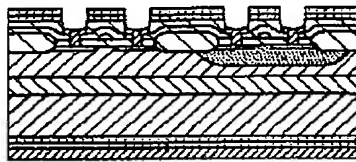


FIG. 13q'

【図13q】

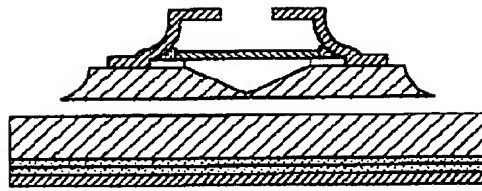


FIG. 13q

【図14a'】

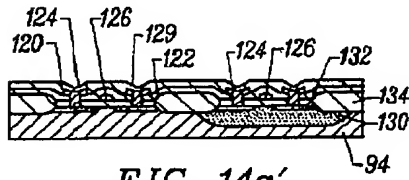


FIG. 14a'

【図14a】

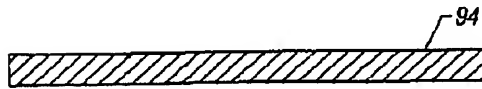


FIG. 14a

【図14b'】

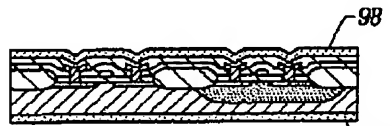


FIG. 14b'

【図14b】



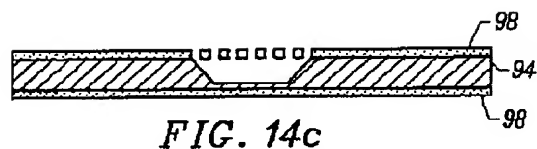
FIG. 14b

【図14c'】

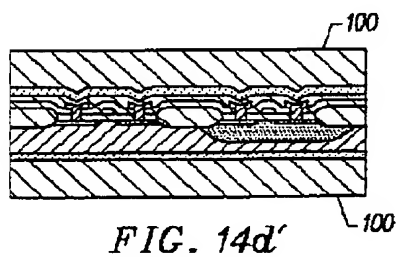


FIG. 14c'

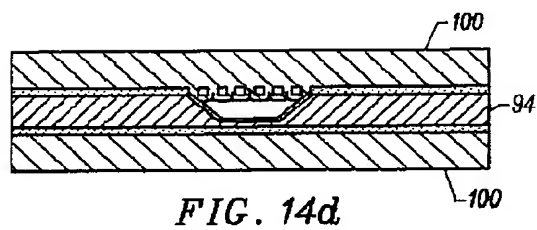
【図14c】



【図14d'】



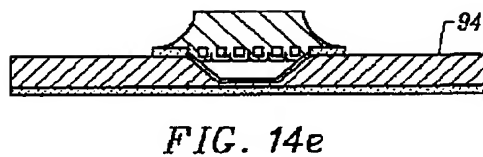
【図14d】



【図14e'】



【図14e】



【図14f'】

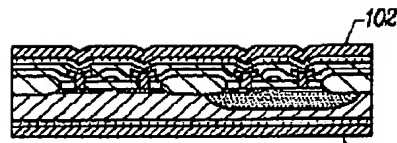


FIG. 14f'

【図14f】

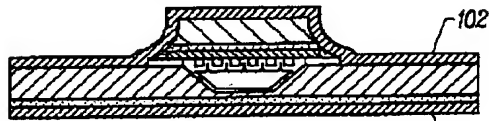


FIG. 14f

【図14g'】

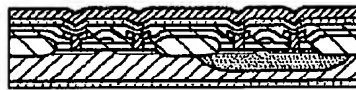


FIG. 14g'

【図14g】

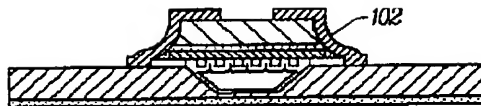


FIG. 14g

【図14h'】

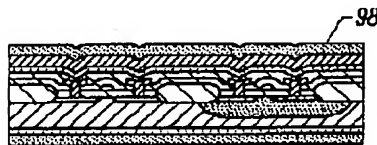


FIG. 14h'

【図14h】

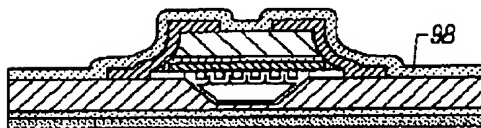
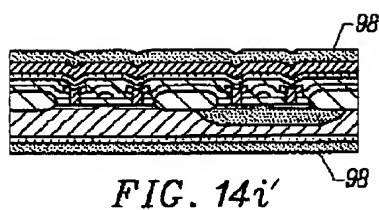
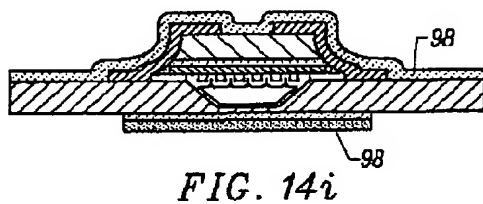


FIG. 14h

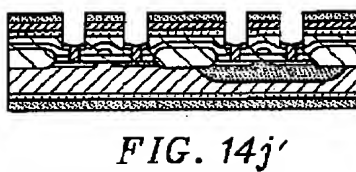
【図14i'】



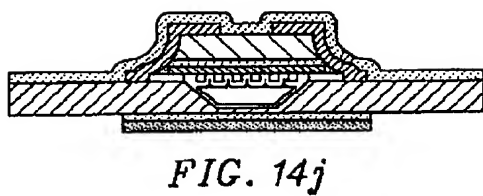
【図14i】



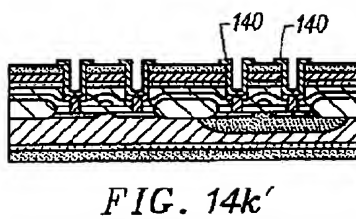
【図14j'】



【図14j】



【図14k'】





【図14k】

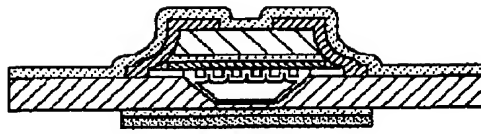


FIG. 14k

【図14l'】

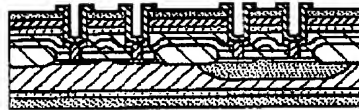


FIG. 14l'

【図14l】

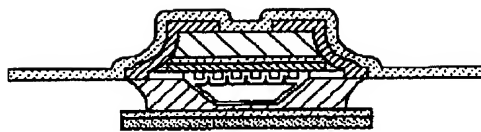


FIG. 14l

【図14m'】

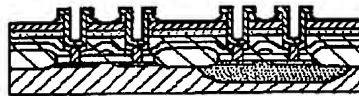


FIG. 14m'

【図14m】

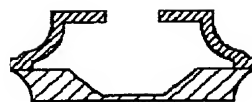
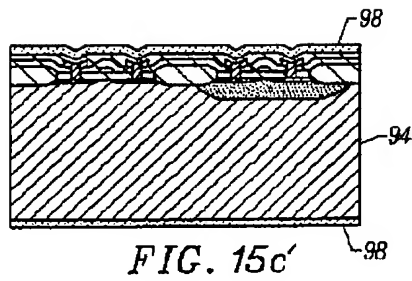


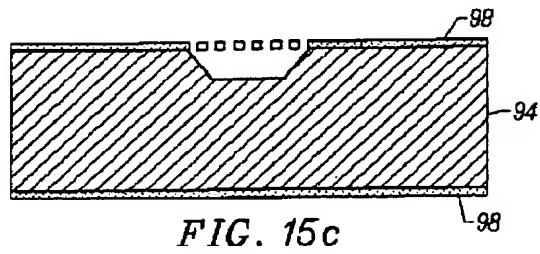
FIG. 14m



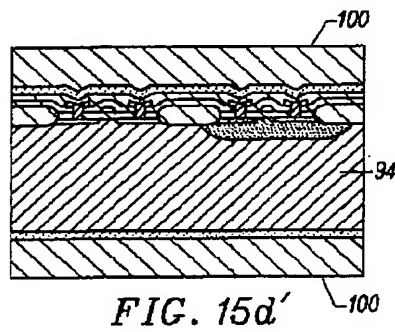
【図15c'】



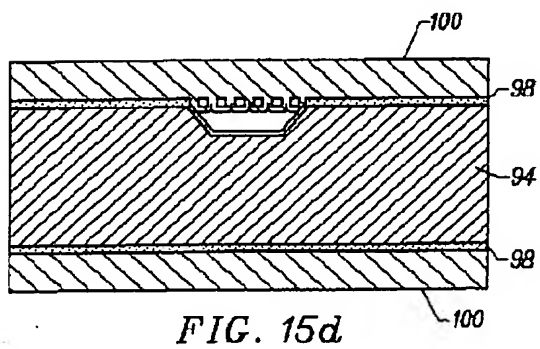
【図15c】



【図15d'】



【図15d】



【図15e'】

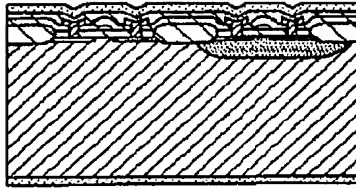


FIG. 15e'

【図15e】

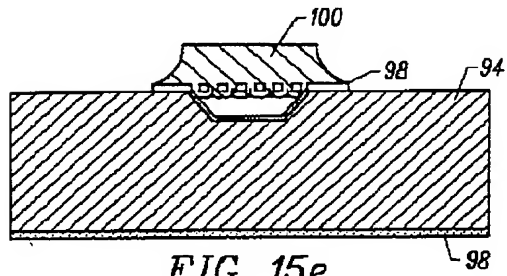


FIG. 15e

【図15f'】

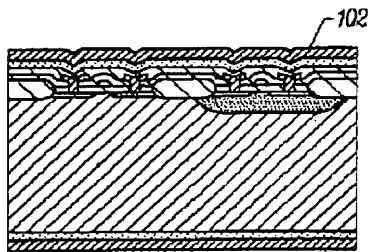


FIG. 15f'

【図15f】

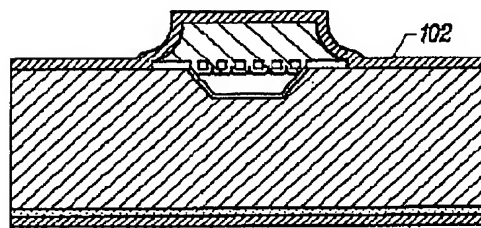
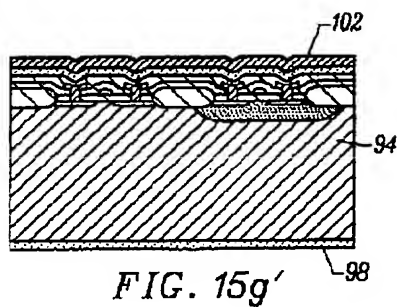
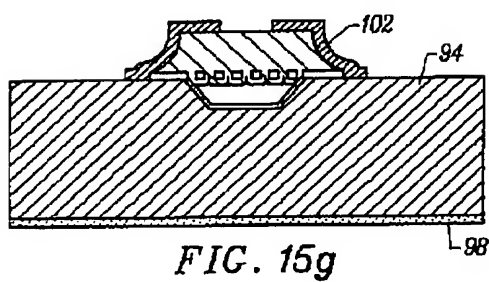


FIG. 15f

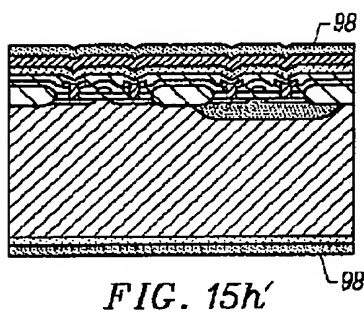
【図15g'】



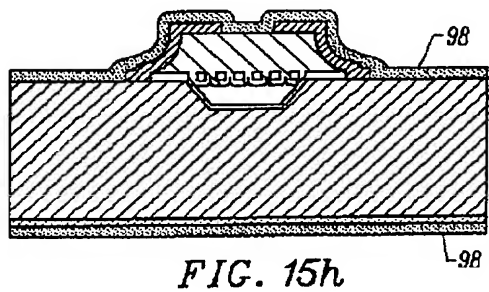
【図15g】



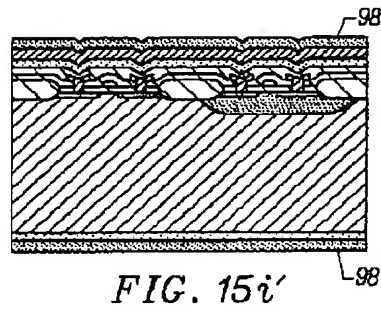
【図15h'】



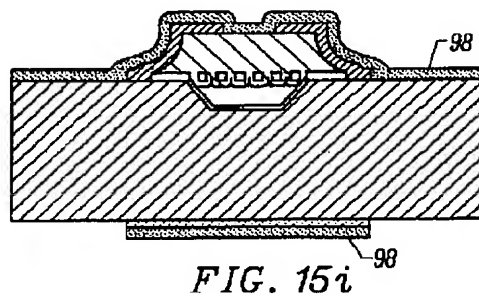
【図15h】



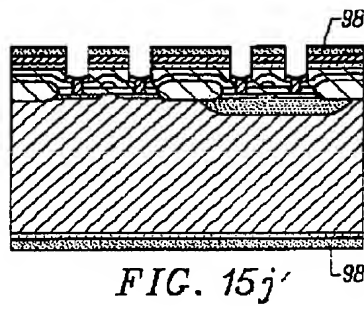
【図15i'】



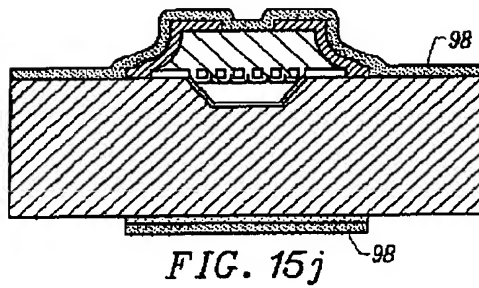
【図15i】



【図15j'】



【図15j】



【図15k'】

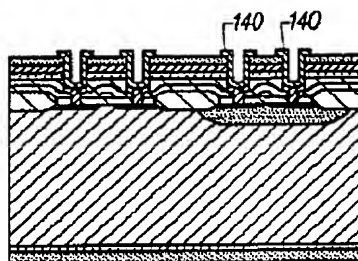


FIG. 15k'

【図15k】

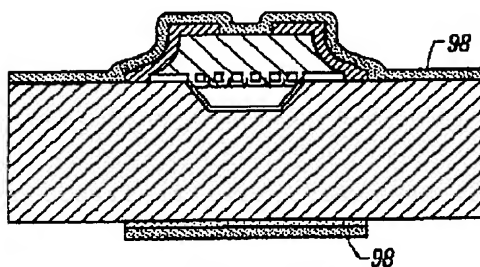


FIG. 15k

【図15l'】

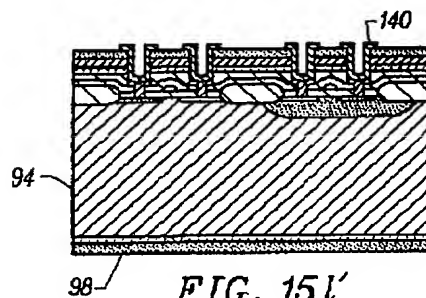


FIG. 15l'

【図15l】

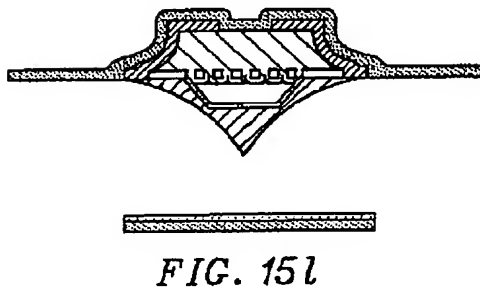


FIG. 15l

【図15m'】

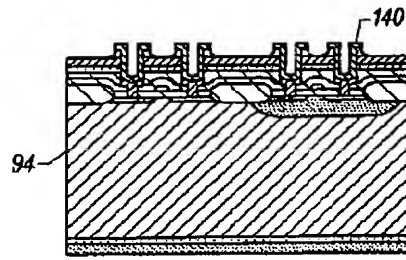


FIG. 15m'

【図15m】

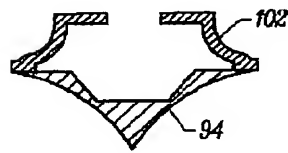


FIG. 15m

【図16a'】

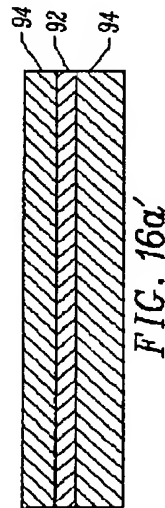
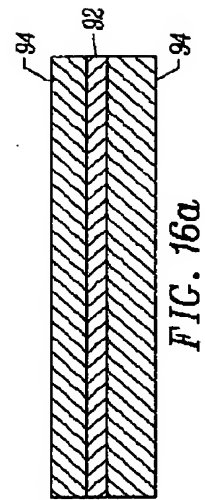


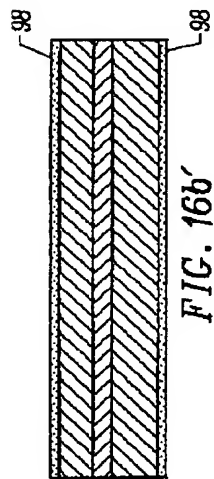
FIG. 16a'



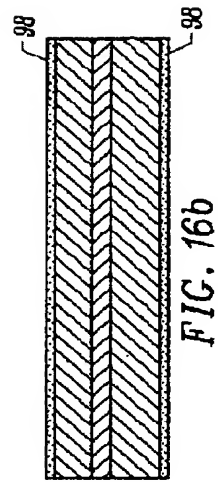
【図16a】



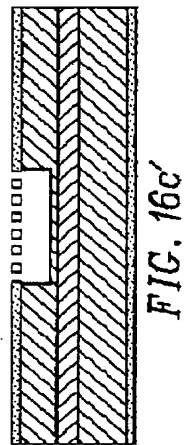
【図16b'】



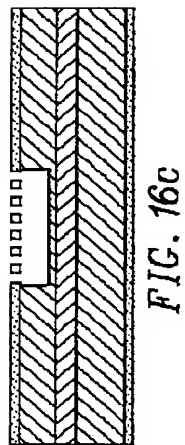
【図16b】



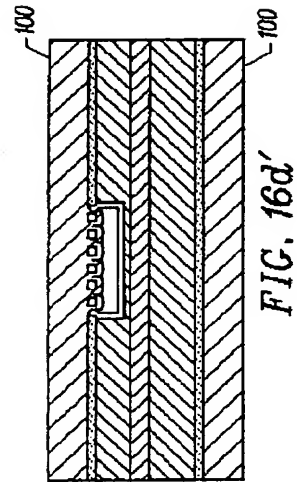
【図16c'】



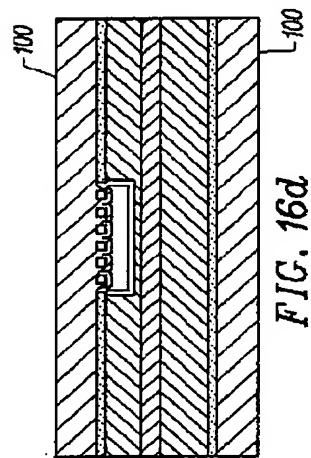
【図16c】



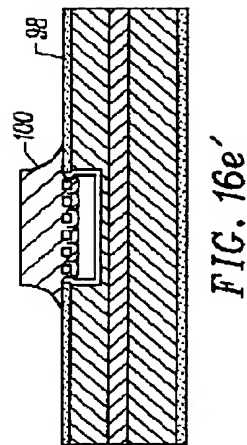
【図16d'】



【図16d】



【図16e'】



【図16e】

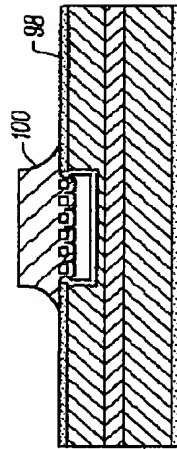


FIG. 16e

【図16f'】

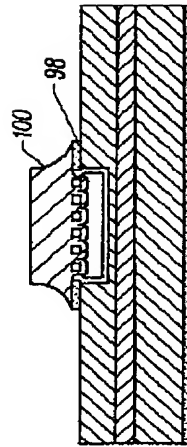


FIG. 16f'

【図16f】

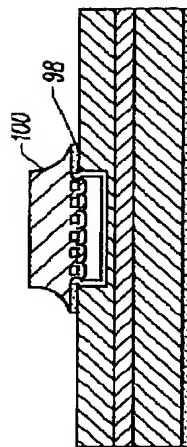
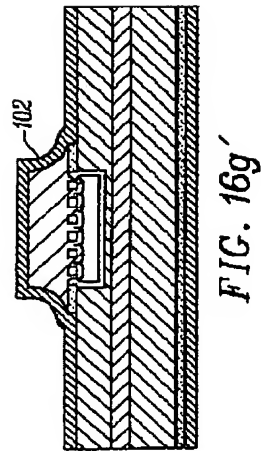
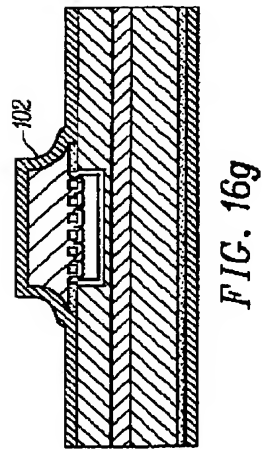


FIG. 16f

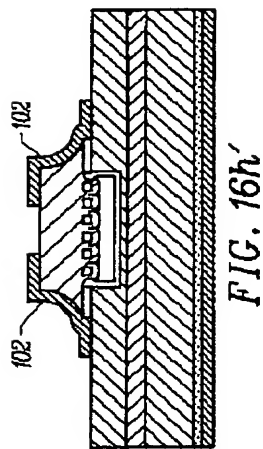
【図16g'】



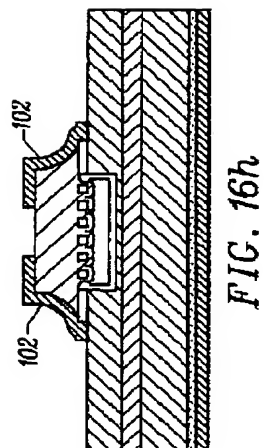
【図16g】



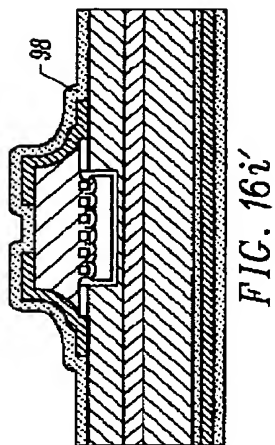
【図16h'】



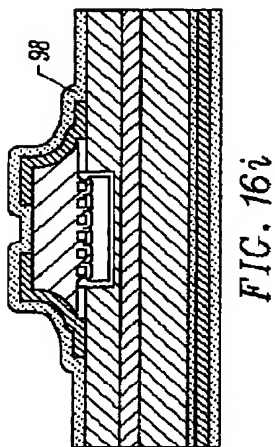
【図16h】



【図16i'】



【図16i】



【図16j'】

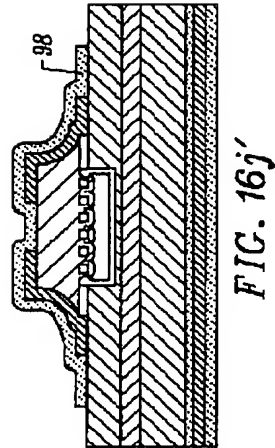


FIG. 16j'

【図16j】

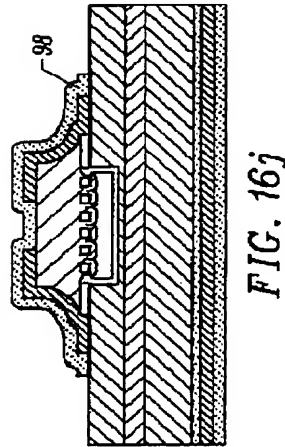


FIG. 16j

【図16k'】

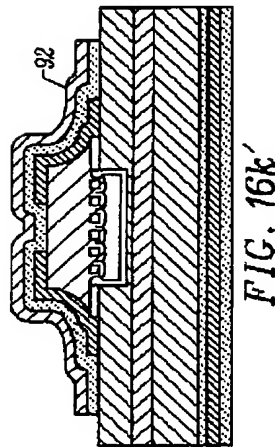
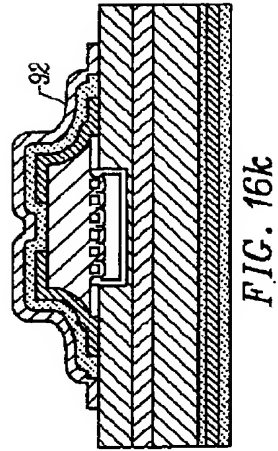
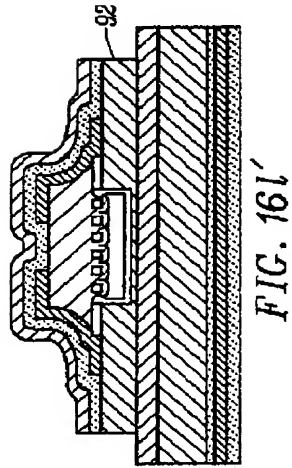


FIG. 16k'

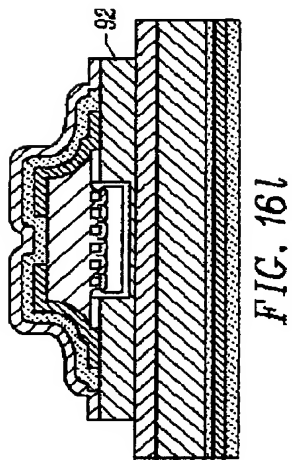
【図16k】



【図16l'】



【図16l】





【図16m'】

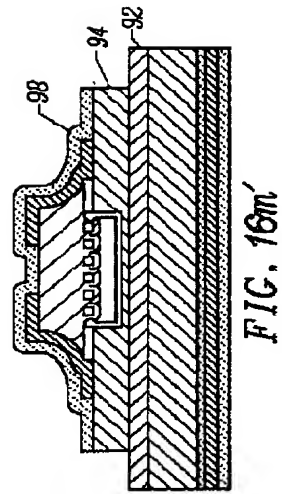


FIG. 16m'

【図16m】

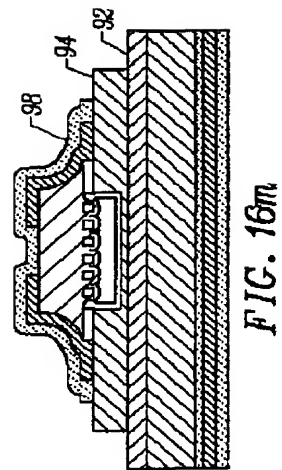


FIG. 16m

【図16n'】

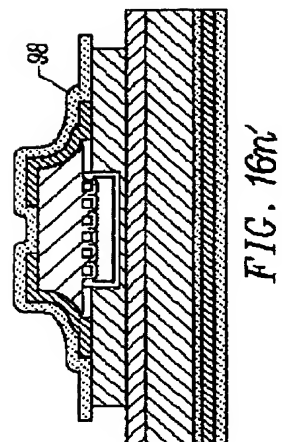
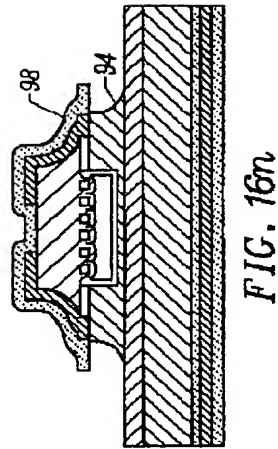
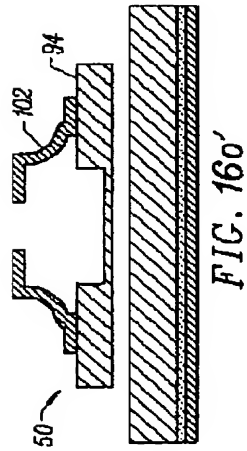


FIG. 16n'

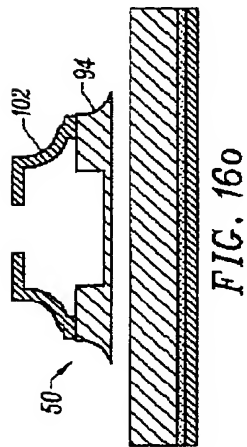
【図16n】



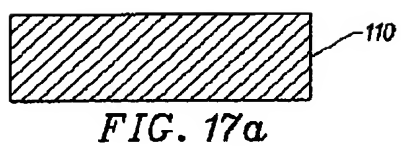
【図16o'】



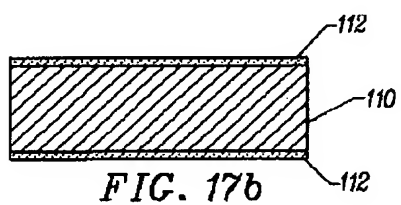
【図16o】



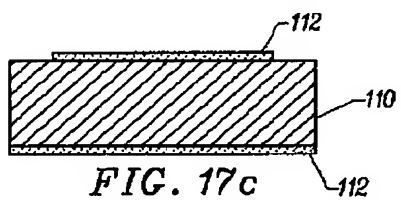
【図17a】



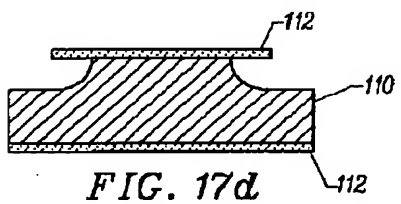
【図17b】



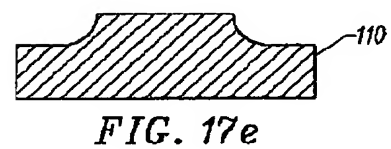
【図17c】



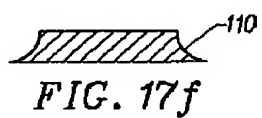
【図17d】



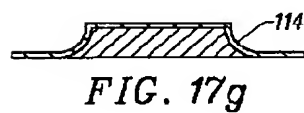
【図17e】



【図17f】



【図17g】



【図18a】

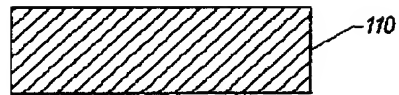


FIG. 18a

【図18b】

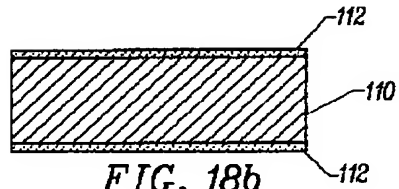


FIG. 18b

【図18c】

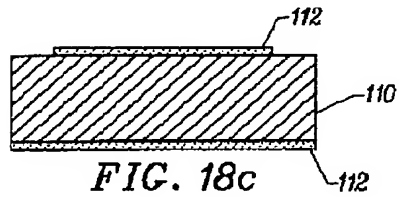


FIG. 18c

【図18d】

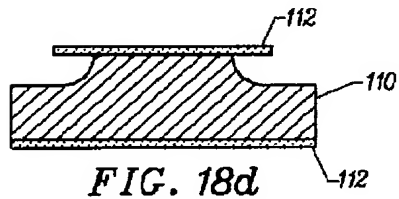


FIG. 18d

【図18e】

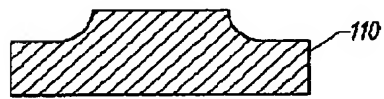


FIG. 18e

【図18f】

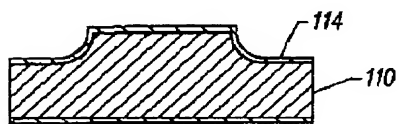


FIG. 18f

【図18h】

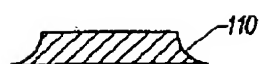


FIG. 18h

【図19a】

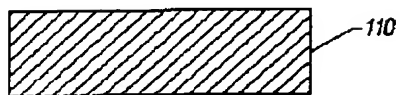


FIG. 19a

【図19b】

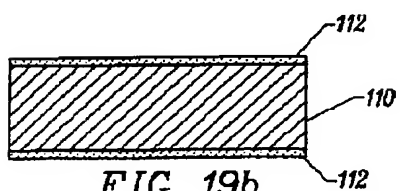


FIG. 19b

【図19c】

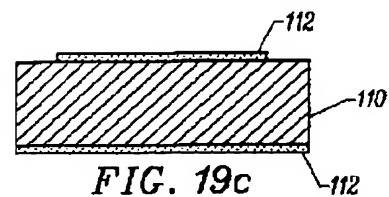


FIG. 19c

【図19d】

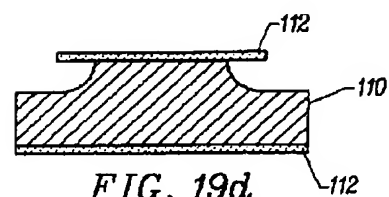


FIG. 19d

【図19e】

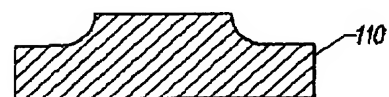
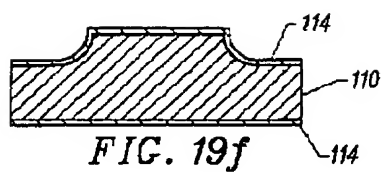
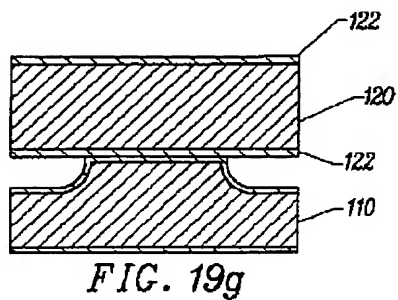


FIG. 19e

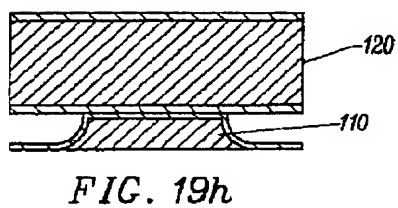
【図19f】



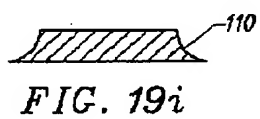
【図19g】



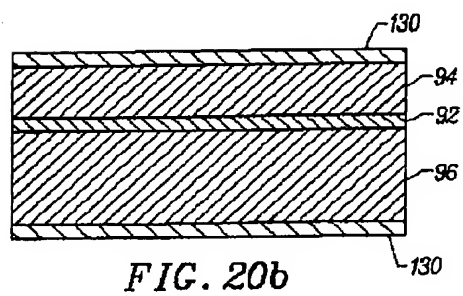
【図19h】



【図19i】



【図20b】



【図20c】

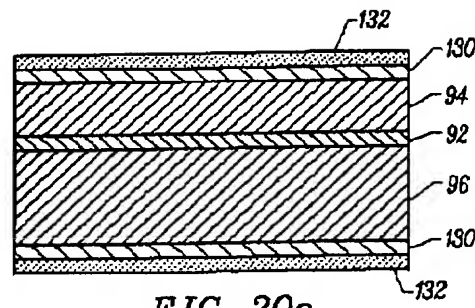


FIG. 20c

【図20d】

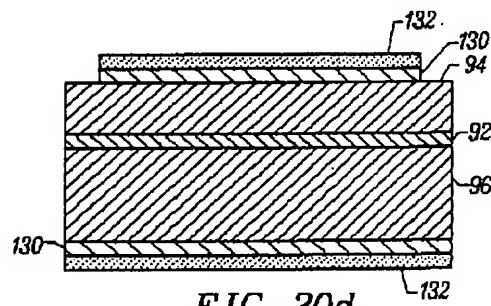


FIG. 20d

【図20e】

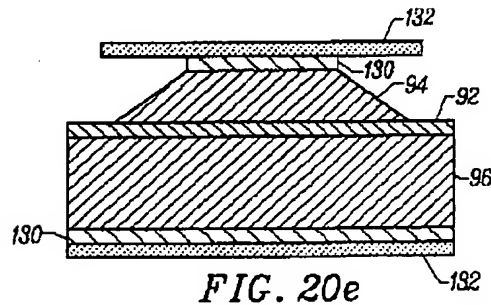


FIG. 20e

【図20f】

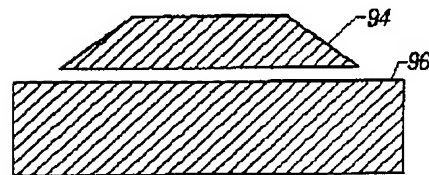


FIG. 20f

【図20g】

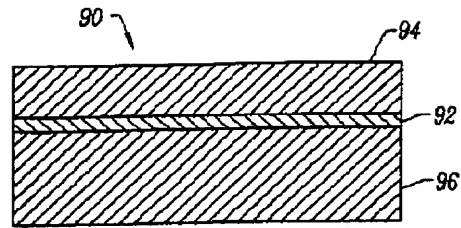


FIG. 20g

【図21】

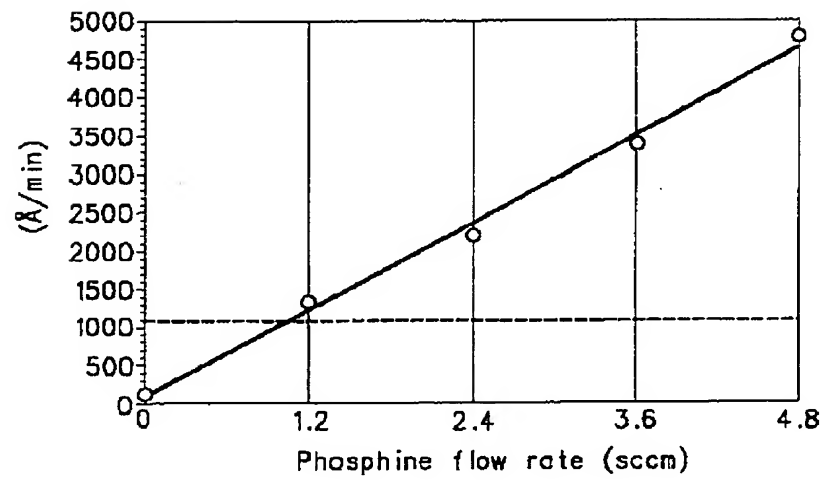


FIG. 21

【図22a】

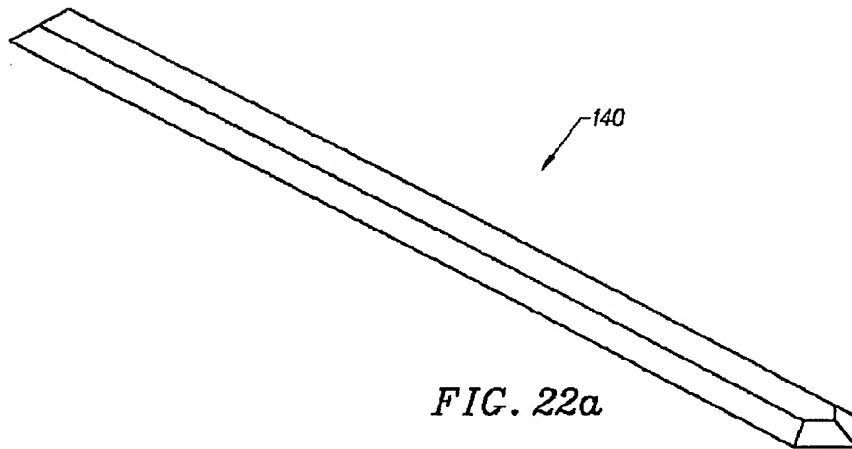


FIG. 22a



【図22b】

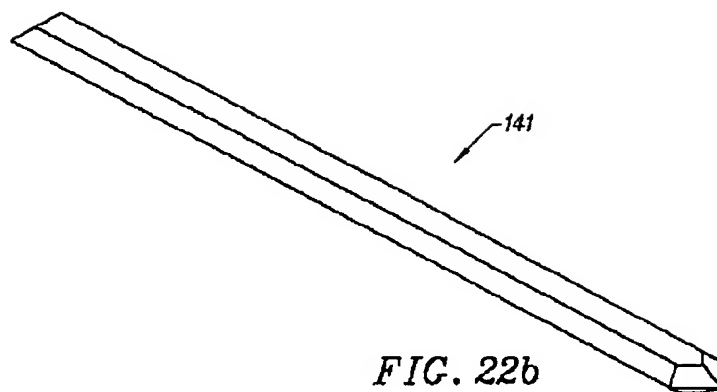


FIG. 22b

【図23】

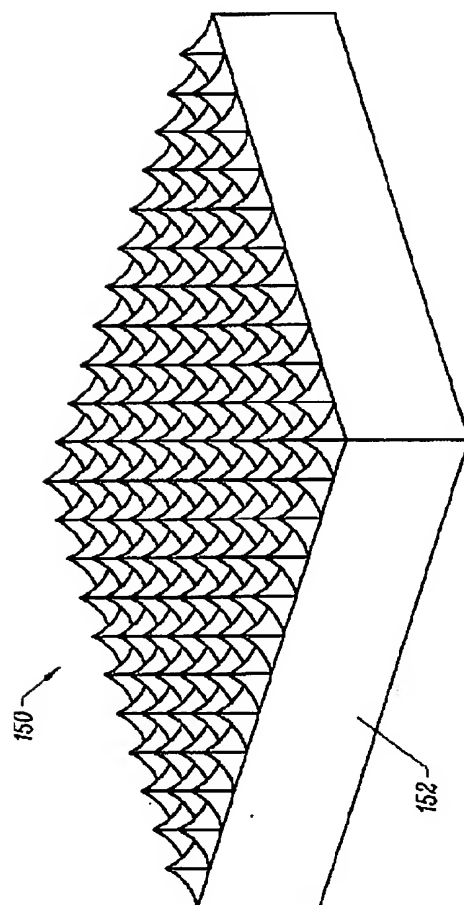


FIG. 23

【図24】

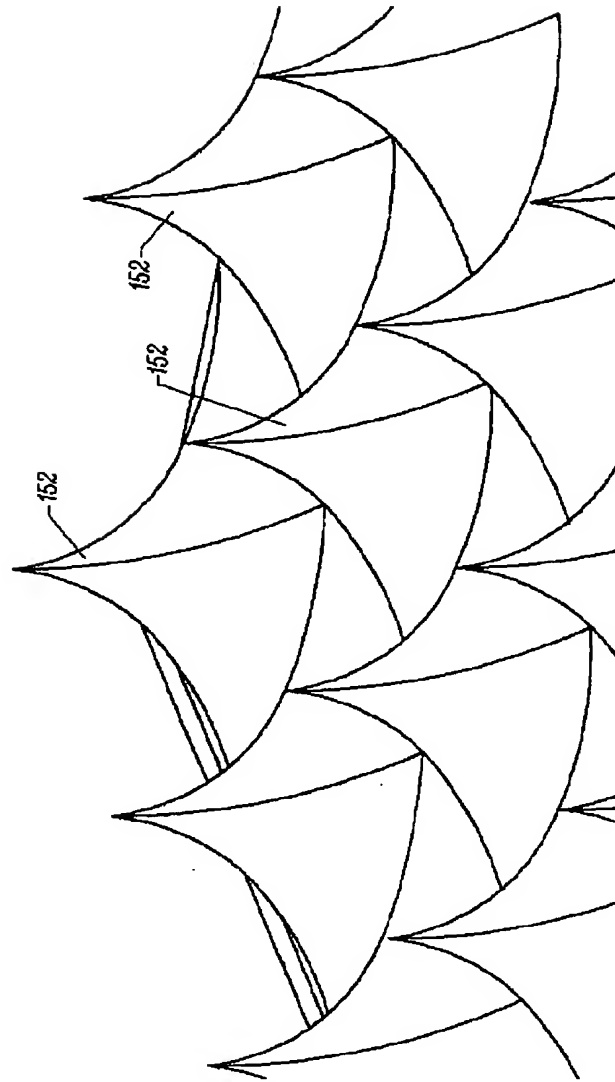


FIG. 24

【図25a】

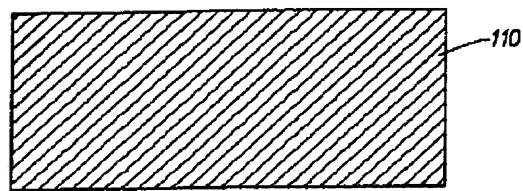
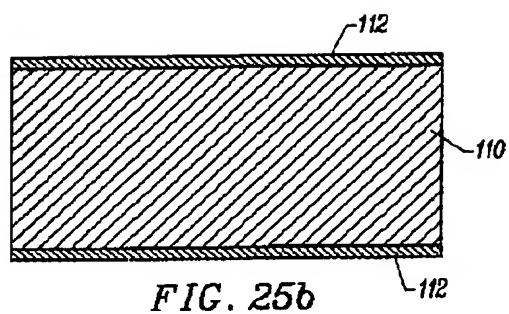
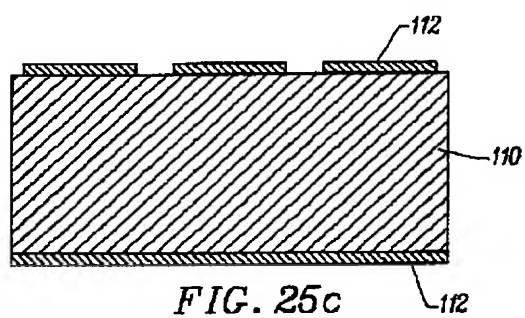


FIG. 25a

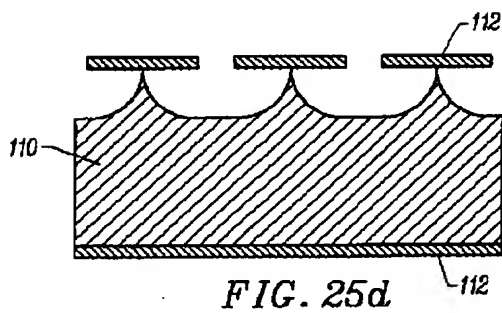
【図25b】



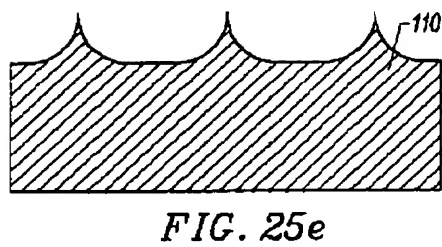
【図25c】



【図25d】



【図25e】



【図26a】

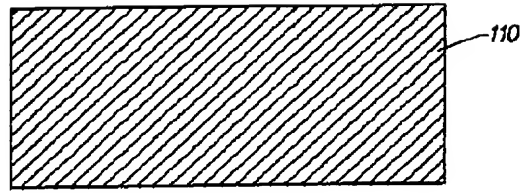


FIG. 26a

【図26b】

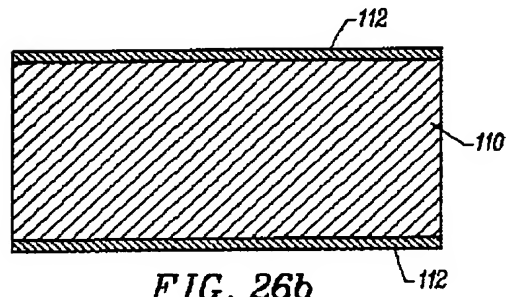


FIG. 26b

【図26c】

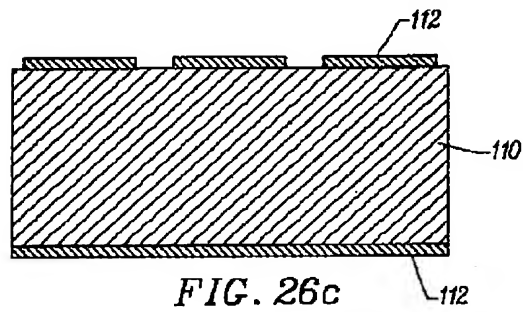


FIG. 26c

【図26d】

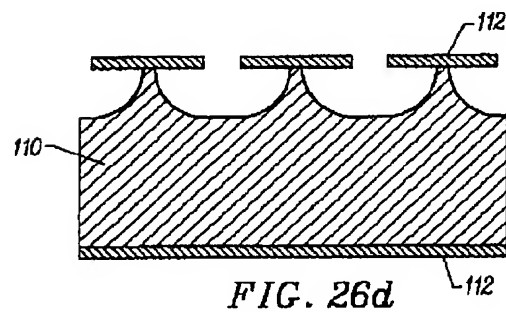


FIG. 26d

【図26e】

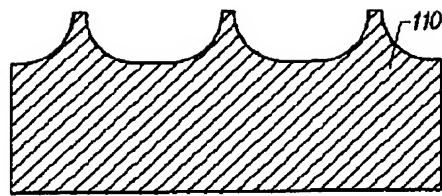


FIG. 26e

【図27a】

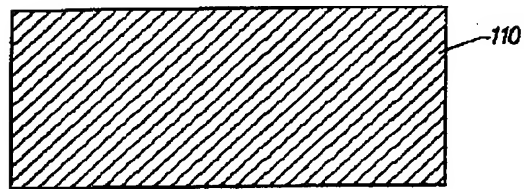


FIG. 27a

【図27b】

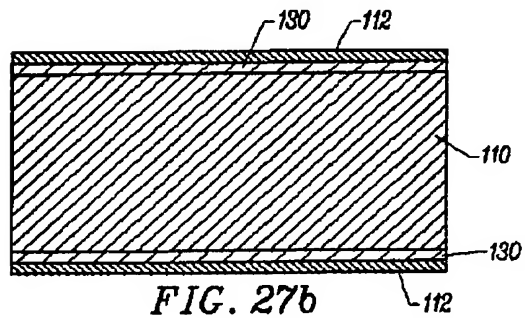


FIG. 27b

【図27c】

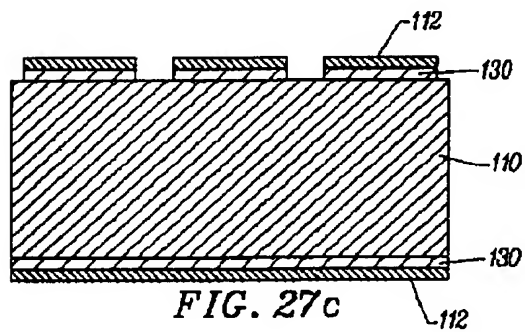
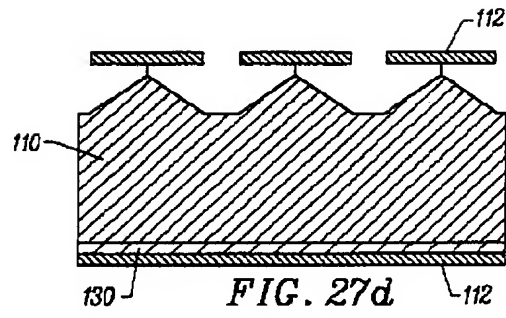


FIG. 27c

【図27d】



【図27e】

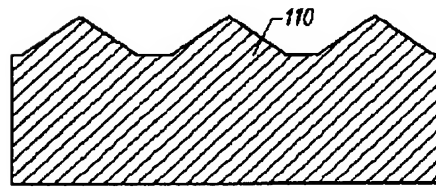


FIG. 27e

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US98/13560

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(6) : A61M 5/32

US CL : 604/272

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 604/264, 272-274; 606/222-224

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US, 5,342,397 A (GUIDO) 30 August 1994, cols. 1-8.	1, 11
Y	LIN, Lewei et al. Silicon Processed Microneedles, The 7th International Conference on Solid-State Sensors and Actuators, Transducers 1993 held in Kohama, Japan, June 7-10 1993, Department of Mechanical Engineering, University of California at Berkeley, California, pages 237-240.	2-9, 12-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*B\* earlier document published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\*

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\*

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\*

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*A\*

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 JULY 1998

Date of mailing of the international search report

15 SEP 1998

Name and mailing address of the ISA/US  
Commissioner of Patents and Trademarks  
Box PCT  
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703) 305-3230

Authorized officer

N. KENT GRING

Telephone No. (703) 308-2214

## フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

(72)発明者 ビサノ アルバート ビー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
94550 リヴァーモア チェロキー ドラ  
イヴ 826

Fターム(参考) 4C066 AA10 BB01 CC01 FF05 KK02  
KK04 PP01